PHILOSOPHIE

Das philoſophiſche Weltbild von Helmholtz

Inaugural-Diſſertation
zur Erlangung der Doktorwürde
genehmigt von der Philoſophiſchen Fakultät
der Rheiniſchen Friedrich Wilhelms-Univerſität
zu Bonn

vorgelegt von

Joſef Hamm
aus Büenfeld in Westfalen.

Bonn 1937

Buchdruckerei Beyer & Hausknecht K.-G., Bielefeld

Berichterstatter: Professor Dr. S. Behn.

Die Dissertation beschränkt sich auf die Würdigung der Erkenntnistheorie Helmholtz'.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

INHALT

Seite

Einleitender Teil:

1. Helmholtz' Leben und Schaffen 1
2. Helmholtz' Stellung zur Philosophie 4

Erster Teil: Erkenntnislehre.

I. Der Sinn der Erkenntnistheorie Helmholtz' . . . 10
II. Die Sinneserkenntnis 12
a) Die Gesichtsempfindung 12
b) Die Gesichtswahrnehmung 18
α) allgemein 18
β) im engeren Sinne 24
c) Die Induktionsschlüsse 35
III. Die Raumtheorie: 43
a) Der Raum allgemein 43
b) Der Raum in seiner Besonderheit 47
α) Die geometrischen Axiome 52
β) Die Helmholtz-Riemannsche Hypothese . . . 56
γ) Die physische Geometrie 59
IV. Die realistische Hypothese 62
V. Das Denken und seine Grundbegriffe 64
1. Der Sinn des Denkens und seine Leistung für das Erkennen 64
2. Die Grundbegriffe des Denkens 66
a) Substanz 66
b) Das Gesetz 69
c) Kraft und Ursache 71
d) Wirklichkeit 71
e) Das Kausalgesetz 73
3. Die Methode der Erkenntnis 76
4. Das Ding an sich. Das Apriori 78
VI. Möglichkeit, Gewißheit und Grenzen der Erkenntnis . . 80
1. Umfang und Grenzen der Erkenntnis des Wirklichen . 80
2. Die Möglichkeit der Erkenntnis und ihr Inhalt . . 81
VII. Ablehnung jeglicher Metaphysik 83

Zweiter Teil: Naturphilosophie.

I. Die Naturphilosophie im Sinne von Helmholtz und ihre Aufgaben
II. Das Wesen der Materie
1. Die Materie an sich .
2. Die Wirkung der Materie
a) Die Bewegung
b) Das Energieprinzip
III. Die Entstehung der Welt

IV. Die Entstehung des Lebens
V. Vitalismus oder Mechanismus

Dritter Teil: Helmholtz' Stellung zu den Fragen des Geistes
I. Die Scheidung von Natur und Geist
II. Die liberale Grundansicht von Helmholtz
1. Die Freiheit der Wissenschaften und ihr Sinn
2. Sinn der Kultur als Fortschritt der Menschheit
III. Das Wesen des Sittlichen und seine Bedeutung für die Bildung des Menschen
IV. Wesen und Bedeutung der Kultur und des Staates

1. Helmholtz' Leben und Schaffen.

Dann und wann treten in einem Volke Gestalten auf, die auf Grund ihres Charakters und der überwältigenden Macht ihrer Persönlichkeit der Weltgeschichte auf manchen Gebieten den Weg vorschreiben, ihn ihr gewissermaßen aufzwingen. Mit einem Male bringen sie die längst in vielen Köpfen schlummernden Keime von Vorhandenem und Gegenwärtigem mit überraschender Lebendigkeit und größter Einfachheit zur Entfaltung. Nicht das allein — zu gleicher Zeit ebnen und bahnen sie kommenden Geschlechtern Ziel und Methoden für ihr künftiges Schaffen und Forschen [1]).

Eine solche Gestalt war der physiologische und mathematische Physiker Helmholtz. Als Begründer einer bestimmten Art des Empirismus, der psychologischen Sinneslehre, steht er mit an erster Stelle in der Reihe der großen philosophisch interessierten Naturforscher. Maxwell nannte ihn den „intellectual giant". Von Natur aus war er ein schlichter, einfacher Gelehrter und im Mittelpunkt seines Forschens stand die Erkenntnis der Dinge als höchstes Ziel. Durch seine genialen Charakteranlagen bedingt, durfte es ihm vergönnt sein, bei weitem seiner Zeit in seinen Anschauungen vorauszueilen [2]).

Am 31. August 1821 wurde Hermann von Helmholtz als Sohn des Potsdamer Gymnasiallehrers Ferdinand Helmholtz geboren. In den ersten Jahren war er ein körperlich kränklicher Knabe und machte den Eltern viel Sorge. Obwohl er mit 7 Jahren die Volksschule besuchte, war er doch noch durch häufige Krankheit am regelmäßigen Schulbesuch gehindert. Trotzdem soll er schon damals durch seine schnelle Auffassung in der Lehre der Geometrie seine Lehrer überrascht haben. Mathematische Dinge waren ihm bereits bekannt und geläufig aus seinen Kinderspielen mit Bauhölzern her. Er selbst berichtet darüber in seiner Tischrede bei der Feier zu seinem 70. Geburtstag: „Von meinen Kinderspielen mit Bauhölzern waren mir die Beziehungen der räumlichen Verhältnisse zueinander durch Anschauung wohl bekannt. Wie sich Körper von regelmäßiger Form aneinanderlegen und zusammenpassen würden, wenn ich sie so oder so wendete, das wußte ich sehr gut ohne vieles Nachdenken . . . . soweit meine Rückerinnerung reicht, kam das schon in der Volksschule des Potsdamer Schullehrerseminars, die ich bis zu meinem 8. Lebensjahre besuchte, gelegentlich zum Vorschein." (7,1) [3]). Das medizinisch und psychologisch Interessante in diesem Fall ist, daß unser Denker und Forscher, obwohl er einen leichten, angeborenen, doch in den erster Jahren seiner Kindheit ausheilenden Hydrocephalus hatte, dennoch eine so geniale künstlerische und geistige Veranlagung an den Tag legte,

1) Vgl. Bezold, Gedächtnisrede auf Hermann von Helmholtz; ferner Konen u. Pütter; ebenso Reiner.

2) Vgl. Dubois-Reymond, Reden Bd. II, S. 516-570.

3) H. v. Helmholtz: Reden und Vorträge, Bd. I. Braunschweig 1903.

also die Regel nicht bestätigte, daß hydrocephalisch Geborene schwachsinnig bleiben. Seit 1830 besuchte er das Gymnasium seiner Heimatstadt. Anfangs litt er unter einem sehr schwachen Gedächtnis [4]). Sein Vater war an demselben Gymnasium als Lehrer tätig. Er leitete mit sicherer Hand die Erziehung seines Sohnes und weckte früh in ihm die Lust und Liebe zu Literatur und Musik, die ihn sein ganzes Leben hindurch vor Einseitigkeit bewahrten. Wie mancher andere, konnte auch Helmholtz erst auf Umwegen in mühsamer Arbeit sein Ziel erreichen. Er glaubt seit seiner Gymnasialzeit der geborene Physiker zu sein. „Ich muß gestehen, daß ich niemals, wenn die Klasse Cicero oder Virgil las, welche beide mich höchst langweilten, unter dem Tische den Gang der Strahlenbündel durch Teleskope berechnete und dabei schon einige optische Sätze fand, von denen in den Lehrbüchern nichts zu stehen pflegte, die mir aber nachher bei der Konstruktion des Augenspiegels sehr nützlich wurden" (8,1) [5]).

Die Physik galt seinerzeit noch als brotlose Kunst. Notgedrungen, durch äußere Umstände, mußte er über die Medizin zu seiner Physik kommen. In diesem Falle hat nicht ein geborener Physiologe den Weg zur Physik gefunden, sondern ein geborener Physiker wurde mangels äußerer Mittel zum Studium der Medizin gezwungen [6]). War der Nutzen nicht allzu groß, den ihm jener Umweg brachte, so hatte er jedenfalls den Vorteil, seinem Wissen und Können das feste Fundament zu geben, auf dem er sein großes Werk aufbauen konnte, das ihn weit über die Grenzen seines Vaterlandes hinaus berühmt machte [7]).

Anfangs schien dem jungen Helmholtz die Medizin wenig zu behagen. Besonders fesselte ihn die Physiologie bei Johannes Müller, dessen Ideengänge geradezu maßgebend und wegweisend für seine Schüler wurden. In seiner vitalistisch-mechanistischen Einstellung suchte er die „Lebenskraft" als eine chemisch-physikalische Kraft zu erklären. Die Naturphilosophie, die damals in den spekulativen Ideengängen Hegels und Schellings wurzelte und sich vom Boden der Erfahrung so weit entfernte, daß sie sich ins Phantastische verlor, verband Johannes Müller mit den exakten Untersuchungsmethoden. Er war Empiriker und Naturphilosoph zugleich. Dieses Ringen und Kämpfen seines Lehrers um die Rätselfragen des Lebens zwischen der alten, wesentlich metaphysischen und der sich neu entwickelnden naturwissenschaftlichen Betrachtungsweise war auf den jungen Helmholtz von größtem Einfluß. In seinen Mußestunden beschäftigte er sich viel mit Kant, aber auch mit der Dichtung [8]).

---

[4]) Mit Recht weist Ostwald in seinem Buche „Große Männer", S. 30 darauf hin: „Daß der Fall Helmholtz besonders deutlich für den großen Wert einer günstigen Umgebung für die Entwicklung des großen Mannes spreche. Was wäre aus dem kleinen Schwächling geworden, wenn er etwa in der Hütte eines Tagelöhners zur Welt gekommen wäre."

[5]) Belegstellen ohne besondere Bezeichnung oder zitiert R. u. V. beziehen sich immer auf: Reden und Vorträge, Branschw. 1903.

[6]) „Meine eigene Neigung", so erzählt er, „hatte mich zur Physik getrieben. Äußere Umstände zwangen mich, in das Studium der Medizin einzutreten". (R. u. V. 169, 2.)

An anderer Stelle heißt es: „Was ich in der Physiologie geleistet habe, basiert wesentlich auf physikalischem Boden". (L. K. 115, 2).

[7]) s. H. v. Helmholtz, Gedächtnisrede von W. Bezold, Lpz. 1895.

[8]) „Des Abends habe ich Goethe gelesen und Byron . . . und zur Abwechslung auch Integralrechnung getrieben . . . bis jetzt habe ich sie ausgefüllt durch Lesen von

Das Gebiet der exakten Physiologie betrat Helmholtz erst mit seiner Doktor-Dissertation „De fabrica systematis nervosi evertebratorum", worin er den Nachweis erbrachte, daß die Nervenfasern aus den Ganglienzellen entspringen. Kurz darauf, im Jahre 1843, folgte eine Arbeit „Über das Wesen der Fäulnis und Gärung". Während seines Heeresdienstes richtete er sich in der Kaserne ein kleines Laboratorium ein. Die Frucht dieser Arbeitszeit war die Abhandlung „Über die Erhaltung der Kraft", die viel Aufsehen erregte und aufs schärfste in der damaligen Gelehrtenwelt kritisiert wurde. In dieser Schrift brachte er den Beweis: „Das Naturganze besitzt einen Vorrat wirkungsfähiger Kraft, welcher in keiner Weise weder vermehrt noch vermindert werden kann, die Quantität der wirkungsfähigen Kraft ist in der anorganischen Natur ebenso ewig und unveränderlich, wie die Quantität der Materie" (L. K. 82, 1). Mit diesem Beweis hat Helmholtz dem Spuk der Lebenskraft den Garaus gemacht und die Richtung seiner künftigen Forschung angebahnt.

1850 erhielt Helmholtz einen Ruf als a. o. Professor der Physiologie nach Königsberg, nachdem er von der bisherigen Verpflichtung an der Kunstakademie, wo er Anatomie gelehrt hatte, entbunden worden war. Die wichtigste Entdeckung der Königsberger Zeit ist die des Augenspiegels. 1852 hielt er seinen Habilitationsvortrag „Über die Natur der menschlichen Empfindungen". Tiefer in die Probleme und Fragestellungen der Physiologie und Physik eindringend, konnte er auf die Dauer philosophischen, insbesondere erkenntnistheorethischen Fragen nicht ausweichen. Helmholtz' neue Richtung in der naturwissenschaftlichen Behandlung philosophischer Fragen mußte bei dem Althegelianer Karl Rosenkranz in Königsberg auf starken Widerspruch stoßen, setzte sich aber schon in Königsberg durch [9]). Seit 1855 in Bonn, beschäftigte sich Helmholtz vorwiegend mit dem schon in Königsberg begonnenen Hauptwerk, seiner „Physiologischen Optik" [10]). Während seiner Heidelberger Zeit, von 1858—1871, war Helmholtz der Anziehungspunkt der Studierenden der Physiologie. Diese Epoche ist wohl die fruchtbarste seines Lebens. Hier

---

Homer, Byron . . . Kant; ich bin nur mit allen diesen Studien, besonders dem letzteren etwas außer Zusammenhang gekommen und muß mich erst wieder hineinarbeiten" (L. K. 29, 1). L. K. = Leo Königsberger: H. v. Helmholtz, Bd. I, Braunschweig 1902. Später treten oft Zitate von Schiller und Goethe bei Helmholtz auf, z. B. Schiller: „Suchet das vertraute Gesetz in des Zufalls grausenden Wundern . . .", oder Goethe: „In Lebensfluten und Tatensturm wall ich auf und ab . . .", oder wenn er den hochfliegenden Plänen der Metaphysiker die Worte Goethes entgegenruft: „Doch mit Göttern soll sich nicht messen irgendein Mensch". Sehr gerne zitiert er „Faust": „Alles Vergängliche ist nur ein Gleichnis . . .", „Mir hilft der Geist".

9) In den ersten Jahren meiner Anwesenheit wucherte Naturphilosophie noch unter den Studenten und in den wissenschaftlichen Kreisen der Stadt wurde, wie ich oft genug hörte, gegen meine Richtung polemisiert. Ich trat nie aggressiv gegen Rosenkranz auf, der früher der Abgott der Stadt war, aber jetzt nur noch ein sehr beschränktes und schon halb zweifelndes Publikum hat, sondern suchte nur die Macht der einfachen Tatsachen wirken zu lassen . . . Der verständigere Teil des naturwissenschaftlichen Publikums achtet spekulative Untersuchungen doch fast nur dann, wenn sie von Leuten ausgehen, die durch bedeutende und erfinderische Experimentaluntersuchungen bewiesen haben, daß sie fest auf dem Boden der tatsächlichen Wahrheit stehen" (L. K. 242, 1).

10) Näheres darüber s. in der Biographie von Leo Königsberger. „Physiologische Optik" erschienen 1867.

brachte er 1866 den letzten Teil seiner „Physiologischen Optik" zum Abschluß, von der Dubois-Reymond sagt: „Jenes umfangreiche, einheitliche, doch auf das Feinste gegliederte Werk, in dem er diesen Zweig der Physiologie systematisiert und geschichtlich in größter Vollständigkeit darstellt, von den mathematischen Anfangsgründen der theoretischen Optik bis zu den letzten erkenntnistheoretischen, ästhetischen Gesichtspunkten: keine wissenschaftliche Literatur irgendeiner Nation besitzt ein Buch, welches diesem an die Seite gestellt werden kann. Nur ein zweites Werk von Helmholtz kann daneben gesetzt werden: „Die Lehre von den Tonempfindungen als physiologische Grundlage für die Theorie der Musik".

Wie sehr Helmholtz über den Rahmen seines Faches hinaus sein Interesse spannte, zeigt sein reger Verkehr mit Kirchhoff, Bunsen, Zeller usw. und sein Verkehr mit Faraday, Tyndal, Huxley, Thomson usw. Dubois, der derzeitige Rektor der Berliner Universität, setzte die Berufung von Helmholtz auf die freigewordene Professur für Physik durch gegen die Konkurrenz von Kirchhoff und Ludwig. Wissenschaftliche Arbeiten seiner Berliner Zeit sind in erster Linie die rein physikalisch-mathematischen, die über theoretische Physik, und der Vortrag über „Die Tatsachen in der Wahrnehmung", der den Abschluß und die Zusammenfassung seiner erkenntnistheoretischen Untersuchungen bildet.

2. *Helmholtz' Stellung zur Philosophie.*

Schon früh wurde das Interesse für philosophisches Denken in Helmholtz wachgerufen. Die erste Anregung dazu erhielt er von seinem Vater, der begeisterter Anhänger Fichtes war. Des öfteren konnte ihn der Sohn mit Freunden oder Kollegen, die Kant oder Hegel verehrten, über die verwickeltsten Probleme der kritischen und spekulativen Philosophie streiten hören (17, 1). Aus dem Briefwechsel zwischen Vater und Sohn läßt sich des Vaters Weltanschauung einigermaßen herausschälen. Sie ist allenthalben mit dem deutschen Idealismus, vor allem mit dem Fichtes, eng verbunden. Die starke Neigung zu dieser Philosophie war vielleicht bedingt durch die enge Freundschaft des Vaters mit Hermann Fichte, dem Sohne Johann Gottlieb Fichtes.

Doch ging diese Fichteverehrung nur in geringem Maße auf den Sohn über. In seiner mathematisch-physikalischen Einstellung lehnt sich letzterer mehr an Kant an, mit dessen Denken er sich stets auseinanderzusetzen sucht. Daß er mit den Lehren Fichtes auch vertraut war, beweisen einige Ausdrücke, die er von Fichte übernommen hat, so das Wort „Qualitätenkreis", worüber wir später bei der Abhandlung der Sinnesenergien zu berichten haben werden. An einer andern Stelle erfahren wir aus einem Brief an seinen Vater, daß es seine Absicht gewesen sei, Fichtes Grundansicht der sinnlichen Wahrnehmung empirisch darzustellen (L. K. 169, 1). Eine endgültige Zustimmung zum subjektiven Idealismus hat er jedoch nie gegeben, obschon er seine Unwiderlegbarkeit zugesteht. 1855, nach dem Vortrage „Über das Sehen des Menschen" schreibt er seinem Vater: „Ich habe letzten Dienstag hier wieder zum Besten des Kantdenkmals einen Vortrag „Über das Sehen des Menschen" gehalten, worin ich die Übereinstimmung zwischen den empirischen Tatsachen der Phy-

siologie der Sinnesorgane mit der philosophischen Auffassung von Kant und Fichte namentlich deutlich zu machen suchte" (L. K. 242, 1).

Mit größter Wahrscheinlichkeit ist anzunehmen, daß die Hochachtung Fichtes aus dem Gefühl der Pietät gegen seinen Vater und auch Fichte selbst erwachsen ist. Ob Helmholz selbst sich mit der Lehre Fichtes eingehender beschäftigt hat oder ob seine Kenntnisse sich nur auf Fichtesche Schlagwörter beschränken, die aus den Diskussionen mit seinem Vater herrührten, darüber erfahren wir nichts. Jedenfalls finden sich in Helmholtz' und Fichtes Lehren keine wesentliche Berührungspunkte. Zwar hält er mit Fichte den extremsten Idealismus für philosophisch möglich und beruft sich gern auf Fichtes Vorlesungen über die Tatsachen des Bewußtsein, aber er selbst bleibt Realist. Fichte würde dies Dogmatismus genannt haben. Schellings Versuch einer Einigung von ideal und real zum Idealrealismus lag Helmholtz fern.

Entscheidender und der ganzen naturwissenschaftlichen Denkweise von Helmholtz entsprechender ist die Neigung zu Kant, den er schon als Gymnasiast kennen lernte, der auch durch Johannes Müller ihm nahegebracht wurde. Helmholtz gehört durch seine Rückbeziehung auf Kant zu den Rettern des philosophischen Denkens in Deutschland nach dem Zusammenbruch des Idealismus.

Der zweck seiner späteren philosophischen Untersuchungen ist, die Auffassung Kants in die Sprache der Physiologie zu übersetzen, sie in Kants erkenntnistheoretischem Sinne zu deuten, die theoretische Darstellung jedoch durch sinnesphysiologische Untersuchungen sicherzustellen. Dadurch hat er freilich einem Mißverständnis Kants vorgearbeitet, das in den Anfängen des Neukantianismus in Deutschland entscheidend wurde: der psychologisch-physiologischen Umdeutung der Kantschen Erkenntnislehre. Durch seine empiristische Theorie, die nach dem Verhältnis von Wahrheit und Anschauung in unserm Denken fragt, glaubt er Kants Erkenntnislehre bestätigen zu können. Nur durch die Verbindung der modernen Naturwissenschaft mit Kant glaubt er die Philosophie wieder in die richtigen Bahnen leiten zu können. Die Philosophie hat für Helmholtz die Aufgabe, „die Quellen unseres Wissens und den Grad seiner Berechtigung zu untersuchen, ein Geschäft, welches der Philosophie verbleiben wird und dem sich kein Zeitalter wird ungestraft entziehen können" (88,1).

Helmholtz ist also ebensoweit entfernt von dem unphilosophischen Popularmaterialismus seiner Zeit wie von Schellings und Hegels idealistischer Naturphilosophie, die ihrerseits den Materialismus als Reaktion hervorgerufen hatte. Die Erkenntniskritik bleibt wesentlich Aufgabe des Philosophen, und sie ist für Helmholtz nur mit Kantschen Mitteln zu leisten. Aber er las Kants Kritik mit den Augen eines Physiologen; dadurch bog er die Kantsche Lehre um. Der Erfolg konnte nur sein, daß er oft unbewußt geradezu in direkten Gegensatz zu Kant trat, der ihn allmählich weit vom Geist der Kantschen Philosophie entfernte, die ja alles andere sein wollte als der von ihr bekämpfte Hume'sche Psychologismus und Empirismus. Je mehr seine Anschauungen sich verschärften und eigene Wege einschlugen, desto größer wurden die Differenzen, über die er sich früher hinwegzutäuschen geglaubt. Der Umfang, in dem Helmholtz die

Übereinstimmung zwischen sich und Kant annahm, mußte daher von Jahr zu Jahr mehr zusammenschrumpfen. Das ist ihm selber sehr bewußt gewesen, wenn er sagt, daß er in der Jugend ein gläubigerer Kantianer gewesen sei als im Alter (E. d. K. Zusatz).

Was Helmholtz dem Kritizismus entlehnt hat, ist die Terminologie des ganzen philosophischen Apparates. Doch nur die Gleichheit der Worte bleibt übrig, der Sinn wird ein anderer. Kant hatte Raum und Zeit und Kategorien als Grundgesetze unseres Verstandes angenommen, als „transzendentale" apriorische Anschauungs- und Denkformen, die Voraussetzung aller möglichen Erfahrung sind. Helmholtz dagegen deutet Raum und Zeit und Kausalität im Sinne gerade der erfahrungsmäßig festzustellenden physiologischen Natur des Menschen. Bei Kant sind Anschauungsformen und Denkformen apriorischer, die Erfahrung als allgemeingültiges Wissen erst bedingender Natur. Kant behält dies vom Rationalismus bei. Helmholtz dagegen ist der Empirist, der in der „Organisation unseres Körpers", nicht in der allgemeinen Vernunft die Wurzeln der allgemeingültigen Erkenntnis sah. Helmholtz begründet die Erkenntnis also naturwissenschaftlich; Kant dagegen begründet die Naturwissenschaft durch das Apriori der Erkenntnis.

Mehrfach ist Helmholtz die Verwandtschaft mit Schopenhauer vorgeworfen worden. Als Beweis für diese Verwandtschaft führt man zunächst die Preisgabe der Kategorientafel an, ferner die unbewußten Schlüsse. Dagegen ist einzuwenden, daß nicht nur Schopenhauer, sondern auch Fichte von unbewußten Schlüssen spricht. Wahrscheinlich ist anzunehmen, daß Helmholtz von letzterem die Schlüsse übernommen hat. Jedoch soviel ist richtig: Auch Helmholtz will die Apriorität von Raum und Zeit, wie Schopenhauer, durch physiologische Erörterungen begründen. Doch geht der Vorwurf des Plagiats viel zu weit. Frauenstädt, der Jünger Schopenhauers, hatte die Broschüre von Helmholtz „Über des Sehen des Menschen" in der Zeitschrift „Europa" rezensiert und dabei rühmend hervorgehoben, daß die Gedanken des Naturforschers dieselben Ergebnisse zeitigten wie die seines Lehrers. Diese Rezension bekam Schopenhauer zu Gesicht und er machte Helmholtz die Entlehnung aus seinen Werken zum Vorwurf. Ebenfalls soll sich die Beschuldigung in dem von Frauenstädt verfaßten Buche „Der Materialismus, seine Wahrheit und sein Irrtum" befinden, wie sein Vater ihm gelegentlich schreibt (L. K. 278, 1) [11]).

Die endgültige Lösung seines empiristischen Systems glaubte Helmholtz in seinen letzten Lebensjahren im Positivismus zu finden. Das entspricht durchaus der von vornherein empirisch naturwissenschaftlichen Haltung von Helmholtz, die sich durch die Ablehnung eines rationalen Apriorismus von Kant unterscheidet. Durch die Begründung seiner Raumtheorie war Helmholtzens Kampfstellung gegen Kant unmittelbar bestimmt. Als Empirist konnte er dem Apriorismus Kants hinsichtlich des Raumschauens nicht stattgeben. Kant hat gar nicht nach dem Entstehen der Raumanschauung gefragt, sondern nach ihrer Leistung für die Mathe-

[11]) Über Entstehung und Beilegung dieses Streites s. Conrat: Helmholtz' Verhältnis zur Psychologie. In: Abhdl. zur Philosophie u. ihrer Gesch., Bd. 18, Halle. — Ferner bei: „Die philos. Grundlagen von H.'s Wahrnehmungstheorie krit. erl. von B. Erdmann. Abhdl. d. Akad. d. Wiss., Berlin 1920—21; phil. hist. Kl. Nr. 1, S. 22 f;

matik und die mathematische Naturwissenschaft. Kant stellt demnach die Geltungsfrage, Helmholtz dagegen die genetische Frage. Durch den transzendentalen Idealismus ist die Begründung des Apriori gegeben in der Verfassung des Verstandes bzw. der Anschauung, und hierdurch wird erst eine Naturwissenschaft möglich. Helmholtz dagegen leitet aus naturwissenschaftlicher Untersuchung das Apriori ab, das für Kant doch die Voraussetzung der Naturwissenschaft war. So mußten sich denn Kants und Helmholtz' Wege trennen. Da für ihn die Erfahrung das Elementare ist, muß er der Kantschen Erfahrung eine falsche Deutung beilegen und damit den Begriff des Apriori, das für Kant ein die Erfahrung erstbedingendes Moment war, mißverstehen. Es ist bezeichnend, daß Helmholtz den Ausweg sucht in der Anlehnung an die induktive Methode John Stuart Mills, des großen Empiristen seiner Zeit. Ein konkreter Beweis für seine positivistischen Gedankengänge ist die in seinem Nachlaß vorhandene Formulierung des Kausalgesetzes [12]). Desgleichen fand er in der Logik Mills eine gute Stütze für seine iduktiven Schlüsse. In der „Physiologischen Optik" fällt bei Gelegenheit auch der Name Berkeley, der ebenfalls Untersuchungen über die Schlüsse angestellt hat in seiner „Theory of Vision", und Hume, der ein Vorläufer Mills. Auf die gesamte Richtung seines Denkens ist der positivistische Einschlag nicht von Belang gewesen. Warum? Weil Helmholtz die Objektivität des Gesetzes nicht leugnet (im Gegensatz zu Hume), obwohl er es (mit Hume) auf die empirische Verfassung der Menschheit gründet. Wie wir noch sehen werden, hat Helmholtz stets an der Möglichkeit und Wirklichkeit objektiver Erkenntnis festgehalten. Sein Ausspruch: Keine Gesetzmäßigkeit kann künftige beweisen, ein Zitat Humes, bei Helmholtz oft angeführt, kann man nicht für die Parteinahme Humes verantwortlich machen. Mit Riehl: „. . . schon der ganz andere Ursprung und damit die andersartige Bedeutung, die er dem allgemeinen Kausalsatz zuschrieb — er leitete die Verallgemeinerung dieses Satzes nicht aus der Gewohnheit ab, sondern dem Denken —, trennte ihn von der Gefolgschaft Humes". So behält Riehl recht, wenn er sagt: „Die erkenntnistheoretischen Grundanschauungen von Helmholtz haben eine Entwicklung erfahren, die sich scheinbar von Kant entfernte, in Wahrheit aber doch nur eine Fortbildung der Kantschen Gedanken darstellt. Wohl näherte sich Kant mit einiger Entfernung den positivistischen Lehren Humes und seines Nachfolgers Mills. Der ursprünglich Kantische Einschlag bewahrte ihn vor einseitiger Parteinahme für den Positivismus. Er mußte erklären und hat es selbst erklärt, daß das Bestreben, alle Erkenntnis auf Empirie zu gründen, bei Hume in der Leugnung aller Möglichkeit von objektiver Erkenntnis endete." (230, 1) [13])

Daß ein Physiker wie Helmholtz zur Philosophie sich immer wieder hingezogen fühlte, ja seine naturwissenschaftlichen Errungenschaften auch philosophisch zu unterbauen sucht, nimmt bei der umfassenden Fülle seines Interesses nicht wunder. Als Philosoph will er über alles besondere zum Allgemeinen vorstoßen. Helmholtz' Lebenswerk umfaßt eine derartige Fülle von geistigen Errungenschaften, daß es für den Einzelmenschen

[12]) Näheres s. unter Punkt Kausalgesetz.

[13]) Riehl: Führende Denker. Ebenfalls vgl. Riehl: Helmholtz in seinem Verhältnis zu Kant. In Kant-Studien Bd. 9, H. 1 u. 2. Berlin 1904, S. 266.

schwer ist, das Schaffensgebiet dieses universellen Geistes bis in seine Tiefen hinein zu erschöpfen.

Vier große Gebiete sind es, die er eingehend bearbeitet hat: Mathematik, Physik, Physiologie und Erkenntnislehre. Auf allen diesen Gebieten war er mehr ein Vollender als Wegweiser. An erster Stelle in seinem Denken steht die Physik. Sie ist das Zentrum, von ihrer Warte aus baut er seine ganze Methodik in den anderen Forschungsgebieten auf. Mit Helmholtz hat die klassische Periode der Physik, gerechnet von Gauß bis Hertz, ihren Höhepunkt erreicht. Unter diesen Größen ragt Helmholtz ganz besonders durch seine vielseitige Begabung und mannigfachen Interessen, in erster Linie durch seine olympische Ruhe und wissenschaftliche Begabung hervor, wie Warburg [14]) von ihm sagt. Die physikalische Betrachtungsweise dringt stets bei ihm durch. Jede beobachtete Tatsache möchte er auf eine allgemeine mathematisch-rechnerische Formel bringen. Überall geht er von den einfach zergliedernden Grundanschauungen mit schärfster Konsequenz zu den allgemeinen Sätzen und Gesetzen über, um mit tötlicher Sicherheit zu den letzten Bestimmungen der Erkenntnis zu kommen.

Mochte die Frage, mit der er sich beschäftigte, noch so unscheinbar sein — das Ende des Denkens ist jedesmal in der Sphäre der Philosophie gelegen. Daß die Physik nur bis zu gewissen formal festgesetzten Begriffen vordringen konnte, daran war für ihn kein Zweifel. Stets auf die letzten Prinzipien des Denkens zusteuernd, mußte er jenen aufgestellten Begriffen der Physik ihre Rechtfertigung einräumen; weil dies nur die Philosophie vermag, mußte er ungewollt zur Erkenntnistheorie gelangen. Das lag im Geist der Zeit. Philosophisch schöpferisch war diese Zeit seit dem Zusammenbruch des deutschen Idealismus nicht mehr. Der Erneuerungsversuch des philosophischen Denkens lehnt sich mehr oder minder an Kant an. Das „Zurück zu Kant!" war die Tendenz und schien die einzige Möglichkeit, die Rettung der Philosophie. Als erste Denker dieser Richtung kann man schon zu Zeiten des Idealismus selbst Herbart und Fries nennen. Der eine ging vom psychologischen, der andere vom erkenntnistheoretisch realistischen Standpunkte aus. Die Naturwissenschaft, die der idealistisch spekulativen Naturphilosophie entsagte, fühlte sich mit Kants umsichtigem Kritizismus verbunden, aber sie neigte bei manchen wie bei Friedrich Albert Lange, aber auch bei Helmholtz selbst zur naturwissenschaftlichen Ausdeutung und Auslegung des Kantschen Apriori.

Ursprünglich ist Helmholtz' ganzes philosophisches System Erkenntniskritik. Fern liegt ihm, den Gedankengang der alten spekulativen Philosophie weiterzuführen. Für ihn handelt es sich um die Frage: Welches ist der Weg von der Empfindung bis zur Wirklichkeit? Zu diesem Zwecke mußte er das Verhältnis von Subjekt und Objekt, die Zuordnung seiner spezifischen Welt der Empfindungen und Wahrnehmungen zu seiner spezifisch-physikalischen Welt, der Wirklichkeit, prüfen und untersuchen. Er mußte den Bezug der Welt der Wirklichkeit, der spezifisch-physikalischen Welt, die er der Welt der Empfindungen voraus-stellte. herzustellen versuchen, weil auf sie die gesamte Sinnenwelt projiziert wird. Dabei war er sich wohl bewußt, daß bei dieser Annahme der

[14] Helmholtz als Physiker, Physiologe und Philosoph. Drei Vorträge von E. Warburg, M. Rubner u. M. Schlick. Karlsruhe 1922, S. 1.

Duplizität der Welt, beide Welten nicht nebeneinanderstehen, sondern die eine die andere voraussetzt, d. h. alle Definitionen und Gesetze der Physiologie sind auf die physikalische Erfahrung als ihr Vorgebiet angewiesen (Görland, S. 84). Des weiteren geht aus dieser Annahme hervor, daß eine eindeutige Zuordnung möglich ist, das will sagen, einem System von reellen Vorgängen muß eindeutig ein System von Veränderungen der Empfindungsinhalte entsprechen. Aus dieser Einsicht heraus erwächst seine theoretische Weltansicht, sein naturwissenschaftlich gereinigter Realismus. Als realistischer Empiriker muß er seinem System das Leitmotiv zugrunde legen, die gesamte Wissenschaft auf dem Boden beobachteter Tatsachen frei von metaphysischem Scheinwissen aufzubauen, d. h. die Wissenschaft auf Tatsachen zu gründen und den Glauben an die Begreifbarkeit der Natur zu besitzen[15]). Gläubig, diese erfahrungsgemäße Begründung sei ihm gelungen, sieht er sein empiristisches System für wissenschaftlich berechtigt an. Die „metaphysischen Hintergründe", aus denen Kants Denken erwuchs (Heinz Heimsoeth), treten also zurück. Kant galt bis in die Marburger Schule hinein als Gegner jeder Metaphysik und nur als Wissenschafts- oder Erkenntnistheoretiker. Das ist das Kantbild, das auch Helmholtz vorschwebt. Dennoch begnügt sich Helmholtz' Philosophieren nicht bloß mit erkenntnistheoretischen Fragen[16]). Nie hat er vergessen, daß die Geisteswissenschaften sich stets mit den eigensten und teuersten Interessen des menschlichen Geistes und der von ihm geschaffenen Ordnung in der Welt befassen müssen. Ihr obliegt es, ebenso wie sie die exakten Wissenschaften prüft, auch unsere geistigen Einrichtungen, die Normen des menschlichen Handelns zu bestimmen. Ihm war es eine Selbstverständlichkeit, daß das Interesse an den Aufgaben der Philosophie in der Welt nie ganz erlöschen kann, wobei er seine volle Befriedigung fand als philosophisch gesinnter Naturforscher.

So umgreift Helmholtz' Philosophie mehr als Erkenntnistheorie. Sie drängt zur „Weltanschauung", und somit auch zur Frage, was der Mensch in der Welt ist und sein soll, d. h. welche Stellung der Geist in der Welt einnimmt, zur Ethik. Unsere Aufgabe ist daher, Helmholtz nicht nur als Erkenntnistheoretiker zu verstehen, sondern in seinem gesamten philosophischen Weltbild. Dieser Aufgabe gerecht zu werden, behandeln wir im ersten Teile der Abhandlung seine Erkenntnistheorie, die sich aufbaut aus der Sinneserkenntnis, dem Raumproblem, dem Denken und seinen Grundbegriffen und mit der Frage nach der Möglichkeit, Gewißheit und Grenze der Erkenntnis abschließt. Der zweite Teil enthält die Naturphilosophie, in der vorwiegend die Materie das Welt- und Lebensproblem zur Sprache kommen. Der dritte und letzte Teil endlich macht uns vertraut mit der Helmholtzschen Stellungnahme zu den Fragen des Geistes. Hier wird die Frage beantwortet: Welche Stellung hat der Mensch in der Natur und welche Aufgaben fallen ihm zu?

[15]) Helmholtz trennt scharf zwischen dem, was die Naturwissenschaft tatsächlich feststellt und dem, was die philosophische Spekulation hinzudenkt. Hierzu vgl. J. Claßen, S. 108—114).

[16]) „Wo er an den Felsen der Tatsachen rührte, da entsprang ein lebendiger Quell der Erkenntnis" (Carl Stumpf: Helmholtz und die neuere Psychologie. Arch. f. Gesch. d. Philos. Bd. 8, 1895, S. 303.

Erster Teil

ERKENNTNISLEHRE.

1. Der Sinn der Erkenntnistheorie Helmholtz'.

Zu Anfang des 19. Jahrhunderts stand im Vordergrunde der gesamten Erkenntnislehre das Problem: „Was ist Wahrheit in unserm Anschauen und Denken? In welchem Sinne entsprechen unsere Vorstellungen der Wirklichkeit? (218, 2). Philosophie und Naturwissenschaft stoßen von verschiedenen Seiten her auf dieses Problem. Die erstere sucht das auszuschalten, was aus den Einwirkungen der Körperwelt herrührt, um nur zu behalten, was rein aus der Tätigkeit des Geistes stammt (ebd.). Bei der letzteren ist das Gegenteil der Fall. Sie sucht den Geist abzustreifen, um nur die wirkliche Welt vor sich zu haben, deren Gesetze sie doch sucht. Nun ist Helmholtz der Meinung, daß beide Wissenschaften in der Wahrnehmung sich berühren. Sie soll die Brücke zwischen beiden sein (Schl. 111)[1]). Überzeugt, daß ohne sie keine Erkenntnis möglich sei, legt er sie wohlweislich seinem gesamten wissenschaftlichen System als Fundament zugrunde. Im Aufbau seiner Wahrnehmungstheorie nach rein naturwissenschaftlichen Methoden macht er die sinnliche Wahrnehmung u n d die empirische Wirklichkeit zum Ausgangspunkt. Dabei bekämpft er den Nativismus.

Schon in der ersten Hälfte seines wissenschaftlichen Lebens hat er den Grundgedanken für die Wahrnehmungstheorie gefaßt. Maßgebend für die Auffassung seiner Betrachtungsmethode war die damalige Forschungsrichtung, vor allem die so stark auf ihn einwirkende physiologisch-psychologische Methode seines Lehrers Johannes Müller, der klar zwischen Wahrnehmung und Empfindung unterschied, dessen Nativismus Helmholtz aber ablehnt.

Auch er fragt nach dem W e r d e n der Sinneswahrnehmung, aber er kann es nicht nativistisch verstehen. Die Sinneserregungen, die Frage: Wie komme ich aus der Welt der Empfindungen in die Welt der Wirklichkeit? bilden das Untersuchungsmaterial für seinen physikalischen Realismus. Schritt für Schritt entwickelt er aus der bloßen Empfindung die Wahrnehmung. Den Beweis führt er durch in seiner Physiologischen Optik und in der Lehre von den Tonempfindungen. Es gilt, das festzustellen, was uns von der Lichtempfindung zur Vorstellung des Objektes führt, das die Empfindung hervorgerufen; denn Licht wird erst zum Sehen im Verständnis der Lichtempfindung. Die Empfindung schafft bestimmte Sinneseindrücke, die uns von der Außenwelt Bericht erstatten. Helmholtz bezeichnet sie als „Zeichen", deren Deutung wir erst durch Übung und Erfahrung lernen können. Die Empfindungen an sich sind rein subjektiv. Hier ist das wesentliche Moment für seinen psychologischen Realismus.

[1]) H. v. Helmholtz' Schriften zur Erkenntnistheorie, hrsg. u. erläut. von P. Hertz u. M. Schlick. Berlin 1921.

Die Zeichen, die in ihrem eigentlichen Sinne Anpassung an die empirischen Tatsachen verkörpern sollen, sind die Empfindungen selbst. Mit ihnen hat es die Wissenschaft zunächst zu tun, nicht mit einem „Ding an sich". Wohl aber deuten diese Zeichen auf das „Wirkliche" hin und so wird jenes durch die Zeichen vermittelt. Letzter Gegenstand der wissenschaftlichen Erkenntnis ist also das Wirkliche selbst, das vermittelt ist durch die „Zeichen".

Von den Sinneseindrücken führt Helmholtz der Weg weiter zu den Vorstellungen mit Hilfe der unbewußten Schlüsse. Die Wahrnehmung ist der Vorstellung subordiniert. Wir nehmen die Außenwelt mit unseren Sinnen wahr; diese Wahrnehmung ist die unmittelbare. Sie entsteht dadurch, daß die Erregung der Nerven zum Gehirn fortgeleitet wird; erst dort kommen die Eindrücke zum Bewußtsein und werden miteinander zu Vorstellungen der äußeren Objekte verarbeitet.

Die Physiologie der Sinne bildet nach Helmholtz ein Grenzgebiet menschlichen Wissens, welches unter dem Namen Natur- und Geisteswissenschaft geschieden ist. Zeitweilig treten hier Fragen auf, die nur durch gemeinsame Arbeit gelöst werden können. Zunächst beschäftigte sich die Philosophie mit den körperlichen Veränderungen in den Organen. Die Sinnesphysiologie also mit den Nerven und ihren Empfindungen, sofern diese Erregungszustände der Nerven sind. Wenn sie die Tätigkeit der Sinneswerkzeuge untersucht, muß sie auch von Wahrnehmung reden, weil diese durch die Erregungszustände zustande kommt. Wahrnehmungen äußerer Objekte sind allenfalls Akte unseres inneren Vorstellungsvermögens, vom Bewußtsein begleitet; es sind psychische Tätigkeiten (R. u. V. 276, 1). Die „sinnliche Wahrnehmung liefert mittelbar und unmittelbar den Stoff zu allem menschlichen Wissen oder die Veranlassung zur Entfaltung jener angeborenen Tätigkeit des menschlichen Geistes". Sie liefert die Grundfrage für die Tätigkeit des Menschen der Außenwelt gegenüber. Zum ersten Mal liegt hier der Fall vor, „daß die auf naturwissenschaftlichem Boden großgezogene Kunst des Experimentierens in das ihr bisher so unzugängliche Gebiet der Seelentätigkeiten eingreifen konnte" (ebd. 268, 1).

Helmholtz will also als Physiker und Physiologe keineswegs die Psychologie vernachlässigen. Wahrnehmungen können immer nur vermöge psychischer Tätigkeiten entstehen. Er will jedoch auf die Psychologie nur gerade so weit eingehen, als es für die Grundzüge der Wahrnehmung notwendig ist. Fern liegt ihm, die Gesetze der Seelentätigkeiten festzustellen. Seine Aufgabe ist lediglich, die physikalisch-psychologische Seite zu untersuchen, daher ist die peripherische Behandlung der Psychologie durchaus berechtigt. An manchen Stellen gibt er seiner Meinung Ausdruck, bei den Psychologen seiner Zeit keine Hilfe gefunden zu haben, wodurch er einzig und allein auf sich selbst angewiesen gewesen sei. Verbindungsfäden mit Fechner sind schwer nachzuweisen. Jedenfalls stand er dem psycho-physischen Parallelismus nicht feindlich gegenüber. Nach Königsberger hat Helmholtz versucht, sich hier und da auf den Boden Fechners zu stellen, demzufolge das psycho-physische Gesetz eine Beziehung zwischen psycho-physischer Bewegung und Empfindung formuliere; Berührungspunkte selbst will er nicht gefunden haben.

In dieser Theorie kommt alles auf das empirische Entstehen der Wahrnehmung an, auf deren Grundlage in der menschlichen Physis. Ihr entspringt — im Gegensatz zu Kant — alle Erkenntnis für Helmholtz. Er kennt keine Erkenntnisquelle, die nicht in der Erfahrung selbst gründete. Für Kant beschränkt sich zwar auch die Erkenntnis auf das Gebiet möglicher Erfahrung, aber diese Erfahrung selbst gründet in Sinnlichkeit und über ihr stehendem und das sinnliche Material der Anschauung erst formendem Verstand, dem Apriori. Dieses Apriori lehnt Helmholtz immer entschiedener ab. Er kennt kein Apriori des Raumes mehr in dem transzendentalen Sinne Kants, als apriorische Anschauungsform der Sinnlichkeit; er ersetzt die Kantsche Raumtheorie durch die empiristische Theorie der Lokalzeichen der Gesichtsempfindungen.

II. Die Sinneserkenntnis.

a) Die Gesichtsempfindung.

Das von den Lichtquellen ausgehende Licht[2]) wird von der lichtempfindlichen Schicht der Retina zur Empfindung gebracht. Mit dieser Anschauung begnügten sich die älteren Physiologen. Der endgültige und grundlegende Hauptsatz der Lehre von den Sinnesempfindungen ist erst später von Johannes Müller aufgestellt worden, genannt die Lehre von den spezifischen Sinnesenergien. Dieser allgemeine Satz weist nach, daß die Qualität unserer Empfindung nicht von dem wahrgenommenen äußeren Objekte abhängt, sondern von der Spezifität der Sinnesnerven, welche die Empfindung vermitteln (98, 1). Danach kommt also jedem Nerven eine eigentümliche Weise der Empfindung zu. Immer entsteht im Sehnerven eine Lichtempfindung, im Hörnerven nur eine Tonempfindung; überhaupt in jedem Nerven nur eine seiner besonderen spezifischen Energie entsprechende Empfindung. Licht wird erst Licht, wenn es an sehendes Auge trifft. Was das Auge als Licht, wird die Haut als Wärme oder Kälte, was das Ohr als Ton, wird die Haut als Schwirren empfinden; in jedem Sinn ruft dieselbe Wirkung eine verschiedene Erregung hervor. Mit Helmholtz: „die allereingreifendsten Unterschiede der Qualitäten der Empfindung, nämlich die Unterschiede zwischen den Empfindungen verschiedener Sinne, hängen also durchaus nicht von der Natur des äußeren Erregungsmittels, sondern nur von der Natur des getroffenen Nervenapparates ab“ (392,1).

Die Lehre von den spezifischen Sinnesenergien hat Johannes Müller in seinem „Handbuch der Physiologie“ niedergelegt. Fünf kurze Sätze sind es, in denen das Gesetz zusammengefaßt und entsprechend belegt ist. Eine bahnbrechende Leistung war die Aufstellung dieses allgemeingültigen Gesetzes auf dem Gebiete der Sinneswahrnehmungen. Der Grundgedanke dieses Satzes ist die empirische Deutung und Festlegung

---

[2]) Für den Gesichtssinn nimmt man transversale Schwingungen des hypothetisch angenommenen Äthers an. „Dabei hängt die Stärke der Lichtempfindung nicht nur von der lebendigen Kraft dar Ätherschwingungen ab, sondern auch von ihrer Schwingungsdauer“. (P. O.1 317).

der theoretischen Darstellung Kants von der Natur des menschlichen Erkenntnisvermögens. In die Fußstapfen seines Lehrers, Johannes Müller, tretend, führte Helmholtz diese Lehre weiter aus und gab ihr folgende Deutung: „....daß durch Reizung jeder einzelnen sensiblen Nervenfaser nur solche Empfindungen entstehen können, welche dem Qualitätenkreise eines einzigen bestimmten Sinnes angehören und daß jeder Reiz, welcher die Nervenfaser überhaupt zu erregen vermag, nur Empfindung dieses besonderen Kreises hervorruft" (193, P. O.[1]). Durch diese Formulierung ist der Unterschied der Qualitäten, wie oben schon angeführt, nicht vom Erregungsmittel, sondern von dem getroffenen Nerven abhängig, mit anderen Worten: die Empfindung hängt nur davon ab, welcher Sinnesnerv erregt wird, nicht von der Art des äußeren Reizes. Wird der Sehnerv erregt, so haben wir eine Lichtempfindung, ohne Rücksicht darauf, ob die Erregung durch einen Lichtstrahl geschieht oder durch einen mechanischen Druck auf den Augapfel, oder schließlich durch eine elektrische Reizung des Nervus opticus. Die Konsequenz für Helmholtz aus den Resultaten dieser Untersuchung ist, die Empfindung rein subjektiv sein zu lassen, ihnen nicht das Recht einzuräumen, Abbilder objektiver Beschaffenheit zu sein, sondern ihnen eine ausgesprochene symbolische Rolle in seinem Bruch mit der Abbildtheorie zuzuschreiben. Aus diesen Symbolen oder Zeichen lernen wir durch Übung und Erfahrung, allmählich die richtigen Schlüsse für die Empfindung der entsprechenden Objekte zu ziehen.

Bereits früher hatte Locke schon für die Qualität der Empfindung den Anteil geltend gemacht, „den unsere körperliche und geistige Organisation an der Art hat", wie uns die Dinge erscheinen (218,2). Locke unterscheidet zwei Arten von Eigenschaften: erstens die quantitativen, Raum und Zeit, die den Dingen selbst zu eigen sind und als rein primäre Eigenschaften gelten; zweitens die sekundären Qualitäten, wie rot, blau usw. Letztere sind nur Bestimmungen des wahrnehmenden Bewußtseins, sie sind keine Eigenschaften, die den Dingen selber zukommen, sondern gehören dem Subjekte an, denn sie haben keine Spur von Ähnlichkeit mit den ersteren. Dies ist die Lehre von der Subjektivität der Sinnesqualitäten, die schon Demokrit vertrat. Zur Vollendung brachte sie dann Johannes Müller.

Zweifach ist nach Helmholtz der Unterschied zwischen unseren Empfindungen: einmal der der Modalität, das andere Mal der der Qualität. Am ausgeprägtesten ist der der Modalität. Hierin sieht Helmholtz den Unterschied zwischen den Empfindungen, die verschiedenen Sinnen angehören, oder — wie Hertz und Schlick es auslegen — die Modalität der Empfindung hängt unmittelbar allein davon ab, welche Region des Zentralorgans in einen entsprechenden Erregungszustand versetzt ist, unabhängig von den äußeren Ursachen, welche die Erregung bewirken (Schl. 154). Der Übergang von einer Modalität zur andern ist nicht möglich. Jede Ähnlichkeit ist von vornherein ausgeschlossen. Der Unterschied der Qualität spielt sich in der mehrfachen Empfindung desselben Nerven ab. Fichte faßte diese Qualitäten je eines Sinnes zusammen als Qualitätenkreis und bezeichnete den Unterschied, den Helmholtz als Modalität bezeichnete, als Unterschied der Qualitätenkreise. Innerhalb eines sol-

chen Kreises ist Übergang und Vergleichung möglich (219,2 f. und 113 Schl.).

Die Erfahrung lehrt uns, daß dieser einschneidende Unterschied nicht von dem äußeren Eindruck abhängt, der die Empfindung hervorruft, sondern von dem Sinnesnerven, der von der Empfindung betroffen wird. „Daß die Sinnesorgane uns zwar von äußeren Einflüssen benachrichtigen, dieselben aber in ganz veränderter Form zum Bewußtsein bringen, so daß die Art und Weise der sinnlichen Wahrnehmung weniger von den Eigentümlichkeiten des wahrgenommenen Gegenstandes abhängt als von denen des Sinnesorgans, durch welches wir die Nachricht bekommen". „Alles, was uns der Sehnerv berichtet, berichtet er unter dem Bilde einer Lichtempfindung, sei es nun die Strahlung der Sonne oder ein Stoß auf das Auge oder ein elektrischer Strom im Auge. Der Hörnerv wiederum verwandelt alles in Schallphänomene, der Hautnerv in Temperatur- und Tastempfindungen. Derselbe elektrische Strom, dessen Dasein der Sehnerv als einen Lichtschein empfindet, empfindet der Geschmacksnerv als Säure, erregt im Hautnerven das Gefühl des Brennens" (41, 1). Doch kommen innerhalb des Qualitätenkreises eines jeden Sinnes, wo die Art des einwirkenden Objektes die Qualität der erzeugten Empfindung wenigstens mitbestimmt, die unerwartetsten Inkongruenzen vor. Helmholtz versteht darunter die Empfindungsbreite und Empfindungsskala von Auge und Ohr. Während das Ohr etwa 10 Oktaven verschiedener Töne empfindet, kann das Auge nur eine Sext empfinden. Den tiefgreifenden Unterschied zwischen den Qualitäten kannte in ihren Grundzügen bereits Demokrit.

In seinem Vortrage T. i. W. [3]) sucht Helmholtz den Qualitäten der Empfindung bei Kant ein Apriori zu unterschieben. Sie sollen bloße Form der Anschauung sein, also vor aller Erfahrung gegeben. Niemals hat Kant daran gedacht, den Qualitäten diese Auffassung beizulegen. Offenbar liegt bei Helmholtz ein Mangel der Unterscheidung vor zwischen a priori und subjektiv. Da die Sinnesqualitäten etwas Empirisches voraussetzen, ist jegliche Apriorität für Kant ausgeschlossen. Zudem lag es nicht in seinem Bereich als Kritiker, die Qualitäten zu untersuchen. Sein Interesse galt der Erkenntnis a priori. „Die Qualität der Empfindung ist jederzeit bloß empirisch, und kann a priori gar nicht vorgestellt werden" (169 K. r. V.) [4]). Bei der „Transcendental-Erörterung des Begriffes vom Raume" heißt es: „Es gibt aber auch außer dem Raume keine andere subjektive und auf etwas Äußeres bezogene Vorstellung, die a priori objektiv heißen könnte, ... Der Wohlgeschmack eines Weines gehört nicht zu den objektiven Bestimmungen des Weins, mithin eines Objektes, sogar als Erscheinung betrachtet, sondern zu der besonderen Beschaffenheit des Sinnes an dem Subjekte, was ihn genießt. Die Farben sind nicht Beschaffenheiten der Körper, deren Anschauung sie anhängen, sondern auch nur Modifikationen des Sinnes des Gesichtes, welcher vom Lichte auf gewisse Weise affiziert wird" (56 K. r. V.).

Der Empirismus, wie ihn Helmholtz vertritt, sieht sich gezwungen, der Sinnesqualitäten teilweise eine Apriorität zugrunde zu legen, und zwar

[3]) Die Tatsachen in der Wahrnehmung.

[4]) Kant, Kritik der reinen Vernunft. II. Aufl. Reclam, Leipzig.

proklamiert er die Qualitäten als gegeben durch die Eigentümlichkeit unseres Anschauungsvermögens, also ohne jede Erfahrung. Rein empirisch ist nur, daß wir lernen können, wie sie sich nebeneinander ordnen und zeitlich aufeinander folgen (Schl. 116). „Die Qualitäten der Empfindung also erkennt auch die Physiologie als bloße Form der Anschauung an. Kant aber ging weiter. Nicht nur die Qualität der Sinnesempfindung sprach er an als gegeben durch die Eigentümlichkeiten unseres Anschauungsvermögens, sondern auch Raum und Zeit . . . ." (Schl. 116). Nur Raum und Zeit sind nach Kant Formen der Anschauung, die Empfindungsqualitäten sind für ihn stets Inhalte des Anschauens und haben darum ganz andere Bedeutung als die Anschauungsformen selbst, in die sie eingehen. Wahrscheinlich ist anzunehmen, daß Helmholtz das Wort Anschauungsform hier lediglich im Sinne von rein subjektiv gebraucht.

Wir waren bereits zu der Feststellung gekommen, daß unsere Empfindungen Wirkungen äußerer Objekte auf unsere Sinnesorgane sind. Was versteht Helmholtz unter diesen Wirkungen? Im 3. Bande seiner „Physiol. Optik" heißt es: „Was zunächst die Eigenschaften der Objekte der Außenwelt betrifft, so zeigt eine leichte Überlegung, daß alle Eigenschaften, die wir ihnen zuschreiben können, nur Wirkungen bezeichnen, welche sie entweder auf unsere Sinne oder auf andere Naturobjekte ausüben" (19, 3 P. O.). Fortfahrend sagt er: „Überall haben wir es mit Wechselwirkungen verschiedener Körper aufeinander zu tun, mit Wirkungen aufeinander, welche von den Kräften abhängen, die die verschiedenen Körper aufeinander ausüben" (ebd.). Alle Eigenschaften der Naturkörper treten daher auch erst zu Tage, wenn wir sie in entsprechende Wechselwirkung mit anderen Naturkörpern oder unseren Sinnesorganen setzen. Da aber solche Wechselwirkungen in jedem Augenblick eintreten, beliebig auch durch unseren Willen herbeigeführt werden können, „so schreiben wir den Objekten eine dauernde und stets zur Wirksamkeit bereite Fähigkeit solcher Wirkungen zu. Diese dauernde Fähigkeit nennen wir „Eigenschaft" (20, 3 P. O.). Das Ergebnis ist, daß die Eigenschaften mit den Objekten nichts zu tun haben, sondern immer nur eine Beziehung zu einem zweiten Objekt bezeichnen. Die Art der Wirkung muß natürlich sowohl von den „Eigentümlichkeiten des wirkenden Körpers abhängen, als von denen des Körpers, auf den gewirkt wird." Somit gehören die Eigenschaften nicht dem Dinge an sich an, sondern sind Wechselwirkungen zwischen zwei Realitäten: Objekt und Sein. Daß die Art der Wirkungen sowohl vom wirkenden Körper als auch von dem, auf den gewirkt wird, abhängig ist, manifestiert Helmholtz damit, daß er sich die Frage nach der Farbe des Zinnobers vorlegt. Die Frage, ob der Zinnober rot ist, wie wir ihn sehen, oder ob es nur eine Täuschung ist, wie wir ihn sehen, ist für ihn sinnlos. Die Empfindung „rot" ist jedem normalen Auge angeboren. Ein Rotblinder würde ihn anders sehen. Der logische Schluß ist, daß der Zinnober an und für sich nicht rot ist, sondern nur die Beziehungen zwischen den Substanzen und den durch sie erzeugten Systemen von Atherwellenbewegungen sind konstant (20, 3 P. O.). Daran, daß Wirkendes und Gewirktes in der Körperwelt, also die Eigenschaften in Wechselwirkung zueinanderstehen, nie zweifelnd, besteht auch zwischen den Eigenschaften, welche auf Wechselbeziehun-

gen der Dinge zu unseren Sinnesorganen beruhen, kein Zweifel. „Sind doch die Menschen von jeher geneigt gewesen, es zu vergessen, daß wir es auch hier mit der Reaktion gegen ein besonderes Reagens, nämlich unseren Nervenapparat, zu tun haben, und daß auch Farbe, Geruch und Geschmack usw. Wirkungen sind, die ganz wesentlich von der Art des Organes, auf das gewirkt wird, abhängen" (20, 3 P. O.). Die Empfindung „rot" ist die normale Reaktion normal gebildeter Augen für das vom Zinnober reflektierte Licht. Zugleich wird aus dieser Beweisführung der Schluß gefolgert, daß die Qualität der Empfindung niemals identisch ist mit der Qualität des Objektes. Die einzige Beziehung, in welcher eine wirkliche Übereinstimmung unserer Wahrnehmung mit der Wirklichkeit stattfinden kann, ist die Zeitfolge der Ereignisse mit ihren verschiedenen Eigentümlichkeiten. Alle Empfindungsqualitäten direkt auf die äußere We't zu übertragen, hält Helmholtz für gänzlich verfehlt. Unsere Sinnesempfindung ist nur das Zeichen einer äußeren Nachricht (222, 2 und 393, 1). Sie sind uns nur Symbole für die Gegenstände der Außenwelt, und entsprechen diesen etwa „wie der Schriftzug oder Wortlaut dem dadurch bezeichneten Dinge entspricht. Zwar geben sie uns Nachricht von den Eigentümlichkeiten der Außenwelt, aber nicht bessere, als wir einem Blinden durch Wortbeschreibung von der Farbe geben können." (41, 1). Zugleich ist es mit der Zeichensprache darum getan, die früher angenommene Abbildtheorie in ihren Grundmauern zu erschüttern. „Es geht aus diesen und ähnlichen Tatsachen die überaus wichtige Folgerung hervor, daß unsere Empfindungen nach ihrer Qualität nur Zeichen für die äußeren Objekte sind und durchaus nicht Abbilder von irgendwelcher Ähnlichkeit. Ein Bild muß in irgendeiner Beziehung zu seinem Objekte gleichartig sein. Für ein Zeichen genügt es, daß es zur Erscheinung komme, so oft der zu bezeichnende Vorgang eintritt, ohne daß irgendwelche andere Art von Übereinstimmung als die Gleichzeitigkeit des Auftretens zwischen ihnen existiert. Nur von dieser letzteren Art ist die Korrespondenz zwischen unseren Sinnesempfindungen und ihren Objekten. Sie sind Zeichen, welche wir lesen gelernt haben, sie sind eine durch unsere Organisation uns mitgegebene Sprache, in der die Außendinge zu uns reden; aber diese Sprache müssen wir durch Übung und Erfahrung verstehen lernen, ebenso gut wie unsere Muttersprache" (393, 1). Abbilder können sie nicht sein, weil jede Gleichheit zwischen Empfindung und Gegenstand fehlt; denn vom Bilde verlangt man eine Art Gleichheit mit dem Gegenstande, „ein Bild bildet Gleiches durch Gleiches ab. In einer Statue geben wir Körperform durch Körperform, in einer Zeichnung den perspektivischen Anblick des Objektes durch den gleichen des Bildes, in einem Gemälde Farbe durch Farbe wieder" (357, 2). Bilder können sie nur sein in Bezug auf den zeitlichen Verlauf der Ereignisse. Hier fallen sie in das Gebiet der Zahl und leisten allerdings nach Helmholtz etwas mehr als Zeichen gewöhnlich tun.

Mittels dieses Zeichensystems nehmen wir die Welt nicht wirklich unmittelbar wahr, sondern nur unter gewissen fortgeleiteten Veränderungen unseres Sinnesapparates. Wir perzipieren nicht direkt das Agens, sondern nur die fortgeleitete Erregung des Nerven. Abbild und Zeichen stimmen soweit überein, daß das gleiche Objekt, unter gleichen Umständen zur Einwirkung kommend, das gleiche Zeichen hervorruft, und daß ungleiche

Zeichen immer ungleichen Einwirkungen entsprechen. Die bisherige ungenügende Beachtung des Begriffs von Zeichen und Bild — gemeint ist die Trennung — scheint Helmholtz der Grund für unzählige Irrungen und falsche Theorien gewesen zu sein (319, 1). Gedeutet werden unsere Sinnesempfindungen durch das Experiment. Sie beruhen nicht bloß auf der Beobachtung des äußeren Geschehens. Das Experiment lehrt uns, daß die Verbindung zwischen zwei Vorgängen in jedem von uns gewählten Augenblicke besteht unter beliebig herbeigeführten Verhältnissen. Über die Bedeutung der sinnlichen Zeichen läßt sich alles das lernen, was sich nachher an der Erfahrung wieder prüfen läßt, „den ganzen wahrhaft reellen Inhalt" (356, 1). Ein Zeichen braucht keine Ähnlichkeit mit dem zu haben, dessen Zeichen es ist. Es kommt nur darauf an, daß es richtig verstanden wird, um zu einem getreuen Interpreten zu werden. Es kommt nur darauf an, daß das gleiche Objekt, unter gleichen Umständen zur Einwirkung kommend, das gleiche Zeichen hervorruft. Der Rest von Ähnlichkeit, den wir in dem Zeichensystem anerkennen, ist insofern von größter Wichtigkeit, als er die Gesetzmäßigkeit in den Vorgängen der wirklichen Welt abbildet. „Jedes Naturgesetz sagt aus, daß auf Vorbedingungen, die in gewisser Beziehung gleich sind, immer Folgen eintreten, die in gewisser andrer Hinsicht gleich sind" (Schl. 115). Weil in unserer Empfindungswelt Gleiches durch gleiches Zeichen angezeigt wird, so wird die naturgesetzmäßige Folge gleicher Wirkungen auf gleiche Ursachen auch eine ebenso regelmäßige Folge im Gebiete unserer Empfindungen haben. Sind die Sinnesempfindungen in ihrer Qualität auch nur Zeichen, deren Art ganz von unserer Organisation abhängt, so sind sie doch kein leerer Schein, sondern ein Zeichen von etwas, „sei es etwas Bestehendem oder Geschehenem, und was das Wichtigste ist, sie können uns das Gesetz des Geschehens abbilden" (Schl. 116).

Zusammenfassend können wir sagen: unsere Sinneseindrücke sind nur eine Zeichensprache, die uns von der Außenwelt Bericht erstattet. „Wir Menschen müssen erst lernen, dieses Zeichensystem zu verstehen, und das geschieht, indem wir den Erfolg unserer Handlungen beobachten und dadurch unterscheiden lernen, welche Änderungen in unseren Sinneseindrücken unseren Willensakten folgen, welche unabhängig vom Willen eintreten" (360, 2). Sie sind für unser Bewußtsein Zeichen, deren Deutung verstehen zu lernen unserem Verstande überlassen ist. An und für sich geben uns unsere Empfindungen nicht mehr als wir einem Blinden durch eine Wortbeschreibung geben. Der gesamten Außenwelt gegenüber sind wir geübte Zeichendeuter. Daß das gleiche Objekt das gleiche Zeichen, das ungleiche Objekt das ungleiche Zeichen hervorbringt, ist von großer Wichtigkeit, da die Gesetzmäßigkeit der wirklichen Welt sich in der Zeichensprache widerspiegelt. In der Definition der Empfindung weicht Helmholtz kaum von Kant ab, in ihrer Begründung und Auslegung tritt er in scharfen Gegensatz zu ihm. Wie für Helmholtz bedeutet auch für Kant die Wirkung der Außenwelt auf unseren Nervenapparat Empfindung, wenn er in seiner Dissertation § 4 sagt: „Quodcumque in cognitione est sensitivi, pendet a speciale indole subiecti, quatenus a presentia obiectorum huius vel alius modificatione capax est".

Die Fähigkeit (Rezeptivität), Vorstellungen zu erhalten durch Gegenstände, die auf uns wirken (uns affizieren) nennt Kant „Sinnlichkeit". Durch diese Sinnlichkeit sind uns die Gegenstände erst gegeben. Alles Deuten muß sich für uns auf die Anschauung und die Sinnlichkeit beziehen. Denn nur so und nicht anders kann uns ein Gegenstand gegeben werden. Die Empfindung ist für Kant „die Wirkung eines Gegenstandes auf die Vorstellungsfähigkeit, sofern wir von demselben affiziert werden" (48 K. r. V.). Da ihm die Empfindung an sich keine objektive Vorstellung ist und auch die Anschauung von Raum und Zeit in ihr nicht angetroffen wird, spricht er ihr die extensive Größe ab, schreibt ihr dafür aber eine intensive Größe zu, d. i. „einen Grad des Einflusses auf den Sinn" (163 K. r. V.).

Sie hat also eine Größe oder einen Grad, „wodurch sie dieselbe Zeit, d. h. den inneren Sinn in Ansehung derselben Vorstellung eines Gegenstandes mehr oder weniger erfüllen kann, bis sie im Nichts (negativ = 0) aufhört" (146 K. r. V.). Damit will Kant sagen, daß jede Empfindung einer „Verringerung" fähig ist, daß sie immer mehr abnehmen und sogar allmählich verschwinden kann. Dabei ist zwischen „Realität" (was in der empirischen Anschauung der Empfindung korrespondiert) in der Erscheinung und Negation ein continuierlicher Zusammenhang vieler möglicher Zwischenverbindungen, deren Unterschied voneinander immer kleiner ist als der Unterschied zwischen der gegebenen und dem Zero oder der gänzlichen Negation. Daraus geht hervor, daß das „Reale" in der Erscheinung stets eine Größe hat. Und diejenige Größe nun, „die nur als Einheit apprehendiert wird und in welcher die „Vielheit nur durch Annäherung zur Negation = 0 vorgestellt werden kann, ist die intensive Größe. Das Resultat ist, daß jede Empfindung, somit auch jede „Realität" in der Erscheinung, mag sie noch so klein sein, einen „Grad" hat, d. i. „eine intensive Größe, die noch immer vermindert werden kann, und zwischen Realität und Negation ist ein continuierlicher Zusammenhang möglicher Realitäten und möglicher kleinerer Wahrnehmungen" (165 K. r. V.).

Die Empfindung ist für Kant ein ungeordneter Reiz, sich selbst überlassenen, bleiben die Empfindungen eine „chaotische Mannigfaltigkeit, die darauf wartet, daß man sie ordnet, ihr Sinn und Zweck verleiht. Die erste Stufe der Erkenntnis besteht darum in dem „Ordnen der Empfindungen" durch Anwendung der „Formen der Sinnlichkeit" — Raum und Zeit — auf die Empfindungen. So wird das Rohmaterial der Sinne verarbeitet zum fertigen Produkte der Erkenntnis: durch das „Ordnen" der so gewonnenen Wahrnehmungen mit Hilfe der Formen des Denkens — der „Kategorien". Dieser Weg zur Erkenntnis, diese Gruppierung geht bei Kant nicht automatisch vor sich, wie es bei Hume, Locke und auch Helmholtz der Fall ist, sondern nach systematischer, wissenschaftlicher Ordnung.

b) Die Sinneswahrnehmung.

a) Allgemein.

Die Lichtempfindungen, welche Licht in unserem Sehnervenapparate hervorruft, benutzen wir, um uns aus ihnen Vorstellungen über die Existenz, Form und Lage der Gegenstände der äußeren Welt zu bilden [5]).

[5]) 3, 3 P. O.; 427, P. O.[1]; 576, P. O.[2].

„Dergleichen Vorstellungen nennen wir Gesichtswahrnehmungen." Helmholtz' Ansicht ist: da die Vorstellung immer ein Akt psychischer Tätigkeit ist, müsse die Wahrnehmung auch eigentlich der Psychologie angehören, soferne hier die darauf bezüglichen Seelentätigkeiten zu untersuchen und deren Gesetze festzustellen seien. Gewissermaßen sieht er sich genötigt, die Entstehung der Gesichtswahrnehmung aus der Gesichtsempfindung durch einen Akt des Denkens zu erklären, wobei die Seele diesen Akt unbewußt vollzieht. Hier und da erwähnt er in der „Physiol. Optik" und seinen „Reden und Vorträgen", daß für den Sinnesphysiologen die Psychologie geradezu ein notwendiges Übel sei. Ist das Arbeitsgebiet zuerst rein materiell, so muß er natürlich bei der Untersuchung der Tätigkeiten der Sinneswerkzeuge von den Wahrnehmungen sprechen, und damit die Psychologie unabweislich zu Worte kommen lassen. Notgedrungen mußte er, um sein erkenntnistheoretisches Wahrnehmungsproblem zu lösen, zu psychologischer Untersuchung greifen. Er will eine physiologische Erkenntnislehre entwickeln, nach naturwissenschaftlichen Methoden aufgebaut, die auf rein naturwissenschaftlichem Wege über die besonderen physikalischen Erregungsmittel und die physiologische Erregung Aufschluß geben soll in der Ausbildung der Vorstellung wahrgenommener äußerer Objekte, d. h. über ihre Lage, Form und Existenz. Je tiefer er in den Mechanismus der Sinneswahrnehmung eindrang, um so mehr kam ihm zum Bewußtsein, wie eng Physiologie und Psychologie zusammenhängen. Darum erscheint es ihm unerläßlich, in das Gebiet der Psychologie überzugehen. Helmholtz will sich jedoch darauf beschränken, die Psychologie nur soweit zu behandeln, als die Wahrnehmungstheorie es unbedingt für ihre Erkenntnis verlangt. Also nur die physiologisch-psychologische Seite, die feststellt, wie die Nervenerregungen zu Wahrnehmungen werden, will er behandeln. Dadurch wird das Wahrnehmungsproblem bei ihm zu einem psycho-physischen. Die Frage der Stellung der Psychologie zu den übrigen Wissenschaften, ihr Verhältnis zur Erkenntnistheorie und Logik hat er nicht geprüft.

Helmholtz will untersuchen, an welche besonderen Eigentümlichkeiten der Netzhautbilder, der Muskelgefühle usw. sich die Wahrnehmung eines gesehenen Objektes in bestimmter Richtung und Lage anknüpft, von welchen Besonderheiten der Bilder einer nach drei Richtungen ausgedehnten körperlichen Form die Wahrnehmung des Objektes abhängt. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, müssen wir das Empfindungsmaterial, das zu Vorstellungen veranlaßt, und welches für die darauf konstruierten Wahrnehmungen von Wichtigkeit ist, genau untersuchen. Größtenteils lassen sich diese Untersuchungen mit rein naturwissenschaftlichen Methoden durchführen, letztlich reichen sie jedoch weit ins Psychologische hinein. Eine eingehende Untersuchung dieser tiefgreifenden psychologischen Probleme, vermeidet Helmholtz sorgfältig, in dem Glauben, in der Psychologie einen zu unsicheren Boden vorzufinden und vielleicht auch in dem Gedanken, etwas von den allgemein begründeten Prinzipien seiner exakt naturwissenschaftlich aufgebauten Methode preisgeben zu müssen. Deshalb zieht er eine scharfe Grenze zwischen der Psychologie der Physiologie und der reinen Psychologie, die speziell die Gesetze und die Natur der Seele untersucht. Die Ordnung des rohen Materials der Empfindung genügt ihm,

weil, wie er sich ausdrückt, „über ihren Ursprung und Übereinstimmung zu viele Unklarheiten bestehen“ (4, 3 P. O. u. 577 P. O.[2].). Desgleichen war er auch letzten Endes doch der Ansicht, mit seinem System, dem Empirismus, das eigentliche Wesen dieser Kräfte gar nicht erklären zu können in seiner letzten Tiefe. Die vorhandenen Ergebnisse der Psychologie sind ihm ausreichend; neue Hypothesen aufzustellen, liegt ihm fern. Seine Theorie verlangt nur die Tätigkeiten des Sinnengedächtnisses und der Ideenassoziation. Mit Hilfe dieser beiden Faktoren wird die Vorstellung jedesmal durch eine Art von Schluß gewonnen. „Alles, was wir von der Außenwelt wahrnehmen, nehmen wir dadurch wahr, daß gewisse Veränderungen, die durch äußere Eindrücke in unseren Sinnesorganen hervorgebracht worden sind, durch die Nerven zum Gehirn fortgeleitet werden, hier erst kommen sie zum Bewußtsein und werden miteinander zu Vorstellungen der Objekte verbunden“ (296, 1). Was wir unmittelbar wahrnehmen, ist nicht die direkte Erregung, sondern die fortgeleitete Veränderung der Erregung. Dies ist vom ersten Augenblick unseres Lebens an so gewesen. Vorstellung war für Leibniz der Vermittler der Beziehungen, die in jedem noch so kleinen Zeitteil der Inbegriff der Zustände einer jeden Monade sind. Johannes Müller faßt den Vorstellungsbegriff sowohl intensiv als auch qualitativ verschieden bei den Empfindungen auf. Nach Helmholtz ist die Vorstellung ein Erinnerungsbild von Gesichtsobjekten ohne Begleitung gegenwärtiger Empfindungen. Die eigentliche Bedeutung der Termini Wahrnehmung, Perzeption usw. drückt Helmholtz an einer Stelle in der Optik eindeutig aus: „Wenn wir den Namen der Vorstellung auf das Erinnerungsbild von Gesichtsobjekten, welches von keinen gegenwärtigen sinnlichen Empfindungen begleitet ist, den der Anschauung auf die von den bezüglichen sinnlichen Empfindungen begleitete Wahrnehmung, den der Perzeption auf eine solche Anschauung, in der nichts enthalten ist, was nicht aus den unmittelbar gegenwärtigen sinnlichen Empfindungen hervorgeht, also eine Anschauung, wie sie auch ohne alle Erinnerung an früher Erfahrenes sich bilden könnte, anwenden, so ist zunächst klar, daß ein und dieselbe Anschauung in sehr verschiedenem Maße von den entsprechenden sinnlichen Empfindungen begleitet sein kann, daß also Vorstellung und Perzeption in den verschiedensten Verhältnissen sich zur Anschauung verbinden können. Anschauungsbilder[6]) sind demnach gegenwärtige Sinnesempfindungen, verknüpft mit Erinnerungsbildern aus früherer Erfahrung. Zwingende Notwendigkeit oktroiiert unserem Wahrnehmungsvermögen das betreffende Bild auf, ohne für das Bewußtsein zu trennen, was durch Erinnerung, was durch gegenwärtige Wahrnehmung gegeben ist“ (11 f., 3 P. O.; 610 P. O.[2]; 435 P. O.[1]).

Kurzerhand sind alle aus dem Empfindungsmaterial abgeleiteten Bewußtseinsinhalte Vorstellungen im weiten Sinne. Die ersten Gruppen von

---

[6]) Das Anschauungsbild bei Helmholtz würde ungefähr der Einbildungskraft entsprechen, die die Aufgabe hat, „das Mannigfaltige der Anschauung in ein Bild zu bringen“ nach vorheriger Apprehendierung der Eindrücke. Einbildungskraft ist das tätige Vermögen der „Synthesis des Mannigfaltigen“ in uns (130 K. r. V.). Denn das Anschauungsbild ist nach Helmholtz der Inbegriff einer Gruppe verschiedener Anschauungen.

Vorstellungen sind also diese, gleichviel in welchem Maße sie von gegenwärtigen Empfindungen begleitet, durch sie unterstützt sind und sie „ergänzen". Es sind die Wahrnehmungen oder Anschauungen. Im engeren Sinne beschränken sich die Vorstellungen auf die „Erinnerungsbilder" von Objekten der Wahrnehmung, frei von gegenwärtiger Begleitung der Empfindung. Dazu berichtet er noch über eine besondere Art von Anschauung, die „künstlerische". Unter Perzeption versteht er demnach die Empfindung schlechthin. So bedeuten Perzeption eines Empfindungseindruckes und Bewußtwerden der Empfindung dasselbe. Es ist, wie er sagt, die „Anschauung, in der nichts enthalten ist, was nicht aus den unmittelbar gegenwärtigen sinnlichen Empfindungen hervorgeht, damit eine Anschauung, die sich auch ohne Erinnerung an früher Erfahrenes bilden kann. Für Kant ist die Perzeption eine „Vorstellung im Bewußtsein". Er unterscheidet zwischen subjektiver und objektiver Perzeption. Die subjektive ist die „Empfindung", die objektive die „Erkenntnis". Auf diese Weise würde die Helmholtzsche „Perzeption" in etwa der Kantischen „subjektiven Perzeption" entsprechen. Genaueres läßt sich darüber kaum sagen, weil Helmholtz zu oft Inhalt und Umfang dieser Termini und damit die Definition ändert. Apperzipiert nennt Helmholtz eine Empfindung, wenn wir . . . . einen höheren Grad des Bewußtseins . . . . als einen vorhandenen Teil der zur Zeit in uns erregten Summe von Empfindungen unterscheiden können (330, 1; 596, [2]P. O.; T. 107 f. [7])). Mit dem „höheren Grad des Bewußtseins" ist die urteilende Auffassung gemeint im Gegensatz zu dem einfachen Vorhandensein der Vorstellung. Die Empfindung ist mit anderen Worten apperzipiert, wenn die Vorstellung klar und bewußt in den vorhandenen Vorstellungsbestand aufgenommen ist. Der Begriff „Apperzeption" hat für ihn nur eine rein psychologische Bedeutung gegenüber der erkenntnistheoretischen Apperzeption Kants. Bekanntlich unterscheidet Kant eine empirische und eine transzendentale Apperzeption. Die empirische Apperzeption ist gleichbedeutend mit dem „inneren Sinne". Sie ist „das Bewußtsein seiner selbst nach den Bestimmungen unseres Zustandes bei der inneren Wahrnehmung" (120 K. r. V.). Sie ist „das Vermögen des Bewußtseins und der Klarheit der Vorstellungen" (Metaphys. Afgr. d. NW.) [8]). Die transzendentale Apperzeption ist das die oberste Voraussetzung der Erkenntnis bildende, formal identische, reine, ursprüngliche Bewußtsein. Sie ist die Beziehung möglicher Erkenntnisinhalte auf die Einheit des Bewußtseins in der Gesetzmäßigkeit der apriorischen Erkenntnisfunktionen. Sie ist der oberste „Grad der Einheit des Bewußtseins in der Synthesis des Mannigfaltigen aller unserer Anschauungen", mithin auch der Begriffe der Objekte überhaupt, folglich auch aller Gegenstände der Erfahrung. Dem empirischen Bewußtsein liegt die reine Apperzeption a priori zugrunde, „d. i. die durchgängige Identität seiner selbst bei allen möglichen Vorstellungen" (127 K. r. V.).

Schwer ist es, mit Sicherheit zu beurteilen, was unseren durch den Gesichtssinn gewonnenen Anschauungen unmittelbar durch die Empfindung gegeben und was durch die Erfahrung hinzugekommen ist. Davon sagt Helmholtz: „Ich schließe daraus, daß nichts in unseren Sinneswahr-

[7]) Lehre von den Tonempfindungen. 1863 Braunschweig.
8) Kant: Metaphysische Anfangsgründe der Naturwissenschaft.

nehmungen als Empfindung anerkannt werden kann, was durch Momente, die nachweisbar die Erfahrung gegeben hat, im Anschauungsbilde überwunden und in sein Gegenteil verkehrt werden kann" (13, 3 P. O.; 611 P. O.[2]). Hieraus ergibt sich der endgültige Beweis, daß nur die Qualitäten ganz reine Empfindung, die Raumanschauungen, wie wir noch sehen werden, größtenteils Produkt der Erfahrung sind. Im Rahmen seiner Ausführungen in der „Physiol. Optik" legt sich Helmholtz auch die Frage vor, wie weit unsere Vorstellung mit den Objekten übereinstimmt. Viele Theorien haben sich bezüglich dieser Auslegung im Laufe der Zeit breitgemacht. Zeitweise wurde eine prästabilierte Harmonie zwischen Natur und Geist angenommen oder man behauptete die Identität von Natur und Geist usw. Jeder Empirist und Nativist war möglichst darum bemüht, eine neue Theorie aufzustellen. Manche gingen gar so weit und leugneten jede Übereinstimmung zwischen Vorstellung und Objekt, faßten alles als Täuschung und Schein auf, weshalb sie in der Leugnung alles Wissens von Objekten einem Skeptizismus zum Opfer fielen, wie ihn etwa Hume vertritt

Nach Helmholtz benutzten wir die Empfindungen, um uns aus ihnen Vorstellungen über die Existenz, die Form und Lage äußerer Objekte zu bilden. Diese Vorstellungen sind die Gesichtswahrnehmungen. Die Wahrnehmung ist eine Vorstellung, die von den gegenwärtigen Empfindungen und Wahrnehmungen im Bewußtsein herrührt, damit eine bewußte Anschauung. Demgegenüber Kant: „Das Erste, was uns gegeben wird, ist Erscheinung, welche, wenn sie mit Bewußtsein verbunden ist, Wahrnehmung heißt" (130 K. r. V.). Dem Kritiker ist die Wahrnehmung das Bewußtsein einer empirischen Anschauung. Kant ist die Wahrnehmung eine geordnete Empfindung. Oder: „Nun können keine Erkenntnisse in uns stattfinden, keine Verknüpfung und Einheit derselben untereinander, ohne diejenige Einheit des Bewußtseins, welche vor allen Datis der Anschauungen vorhergeht, und, worauf in Beziehung alle Vorstellung von Gegenständen allein möglich ist. Dieses reine, ursprüngliche unwandelbare Bewußtsein will ich nun die transzendentale Apperzeption nennen" (121 K. r. V.). In der Definition des Begriffes „Anschauung" stützt Helmholtz sich gern auf Kant, wenn er die Anschauung als die von den gegenwärtigen Empfindungen begleitete Wahrnehmung deutet. An anderer Stelle definiert er den Begriff Anschauung dahin: „Nach der philosophischen Terminologie bildet er den Gegensatz gegen Denken, d. h. gegen die bewußte Vergleichung der schon gewonnenen Vorstellungen unter Zusammenfassung des Gleichartigen zu Begriffen. Die sinnliche Anschauung ist da ohne Besinnen, ohne geistige Anstrengung, augenblicklich, sowie der entsprechende sinnliche Eindruck auf uns wirkt. Ihr gegenüber findet keine Willkür statt, die Wahrnehmung des ihr entsprechenden Objektes ist, wie mir scheint, vollständig durch den sinnlichen Eindruck bestimmt" (341, 2). Damit meint er, genau wie Kant, jede Vorstellung, die sich unmittelbar auf gegebene Gegenstände bezieht, d. h. die empirische Anschauung, „welche sich auf den Gegenstand durch Empfindung bezieht", während er die reine „Form" der Sinnlichkeit, die reine Anschauung im Sinne Kants nicht kennt. Kant stellt die Anschauung dem Denken einerseits und dem bloßen Empfinden andererseits gegenüber. Die Anschauung

ist ein Zustand der „Rezeptivität" des Bewußtseins. „Anschauung ist eine Vorstellung, so wie sie unmittelbar von der Gegenwart des Gegenstandes abhängen würde" (Prolegomena § 8, 59). Für Kant kann die Anschauung nur eine Vorstellung sein, die uns durch einen einzelnen Gegenstand gegeben werden kann. „Sie ist die Vorstellung des einzeln Gegebenen" (an Beck 3. 7. 1792). Die Anschauung, auf die alles Denken „als Mittel" abzweckt, bezieht sich unmittelbar auf Gegenstände. Nur „sinnlich" ist die menschliche Anschauung möglich, indem der Gegenstand das Gemüt „affiziert". Ohne Sinnlichkeit keine Anschauung. „Der Verstand vermag nichts anzuschauen und die Sinne nichts zu denken" (77 K. r. V.). Anders ausgedrückt: „Erscheinungen — der unbestimmte Gegenstand einer empirischen Anschauung heißt Erscheinung — sind die einzigen Gegenstände, die uns unmittelbar gegeben werden können, und das, was sich unmittelbar darin auf den Gegenstand bezieht, heißt Anschauung" (122 K. r. V.). Die Natur bringt die Sinnlichkeit der Anschauung mit sich. Die reine Anschauung enthält keine Empfindung. Sie enthält nur die besondere Form der Sinnlichkeit, die in uns vor allen wirklichen Eindrücken vorhergeht. Als Form der Anschauung ermöglicht sie die apriorischen Grundsätze der Mathematik und macht die Anwendung dieser auf die Dinge begreiflich, sofern sie nur gemäß dieser Anschauung erkannt werden können. In der Anschauung ist der Gegenstand noch nicht erkannt, er ist noch bloße unverstandene Erscheinung; erst durch den Begriff wird er bestimmt und erkannt. Die Helmholtzsche eigentliche Vorstellung, die sich nur auf die Erinnerungsbilder beschränkt, entspricht der kantischen reinen Vorstellung. „Ich nenne alle Vorstellungen rein, in denen nichts, was zur Empfindung gehört, angetroffen wird" (49 K. r. V.). Unter Vorstellung schlechthin versteht Kant die Perzeption in allen ihren Arten (Anschauung, Begriff, Idee). Die empirische Vorstellung oder die Anschauung, die unmittelbar auf einen Gegenstand bezogene Vorstellung, würde der Helmholtzschen Vorstellung im engeren Sinne, wie vorhin erwähnt, entsprechen, d. h. der Wahrnehmung oder Anschauung. — Beide Denker scheiden scharf zwischen subjektiver und objektiver Vorstellung.

Für Helmholtz ist die Wahrnehmung eine Verschmelzung von Vorstellung und Empfindung. Den Prozeß erklärt seine Theorie der induktiven Schlüsse. Auf jenen unbewußten Schlüssen ruht sämtliche Kenntnis von der Außenwelt. Genauere Beachtung werden wir ihnen in einem der folgenden Paragraphen schenken. Ebenso wie die Empfindungen, sind die Vorstellungen für Helmholtz Symbole der Objekte. Eine Übereinstimmung der Vorstellungen mit den abgebildeten Dingen erkennt er nur für die mathematischen Verhältnisse an. Die Art des Zeichens für die betreffende Vorstellung können wir nicht willkürlich wählen, sondern sie ist uns durch die Natur unserer Sinnesorgane und unseres Geistes vorgeschrieben. Darin besteht der Unterschied der Zeichensprache unserer Vorstellungen von den willkürlich gewählten Laut- und Buchstabenzeichen unserer Rede und Schrift. (22, 3 P. O.). Vollkommen gleichgültig ist es, welcher Art diese geistigen Zeichen sind; sie müssen nur ein hinreichend geordnetes System bilden. Vorstellung und Vorgestelltes sind verschiedenen Welten angehörig, welchen ebensowenig eine Vergleichung zukommt wie Farben und Tönen. Würde zwischen beiden eine

Ähnlichkeit von Übereinstimmung sein, so müßte der Beobachter B, welcher das Ding von A sich vorstellt, nach gleichen Gesetzen eine Ähnlichkeit auf irgendeine Weise zwischen ihnen finden müssen. Denn gleich Vorgestelltes müßte auch gleiche Vorstellungen ergeben, Gut, aber welche mögliche Ähnlichkeit soll denn die Vorstellung einer Veränderung in der unkörperlichen, nicht räumlichen, nicht ausgedehnten Seele mit dem im Raume ausgedehnten Körper, z. B. dem Tisch, haben? Darüber sagt Helmholtz: „Soll man sich die Gestalt des Tisches von elektrischen Strömen nachgebildet denken, und, „wenn der Vorstellende sich vorstellte, daß er um den Tisch herumgehe, soll dazu noch der Mensch mittels elektrischer Ströme gezeichnet werden." Wenn ja, „so wäre ein solches elektrisches Abbild des Tisches im Gehirn eben ein zweites körperliches Objekt, welches wahrgenommen werden müßte, aber keine Vorstellung vom Tische" (19, 3 P. O.). Unsere Vorstellung kann deswegen gar nichts anderes sein, als ein Symbol des jeweiligen Gegenstandes.

Wahr sind unsere Vorstellungen, insofern sie praktischen Wert haben[9]). Etwas anderes, als eine Symbolik unserer Vorstellungen, von den Dingen können wir nicht erwarten. Wenn wir jene natürlich gegebenen Zeichen, die Symbole, richtig zu lesen gelernt haben, so sind wir vermöge ihrer Hilfe fähig, unsere Bewegungen und Handlungen entsprechend auszuführen und ohne Schwierigkeit den erwünschten Erfolg zu haben, bei neuen Sinnesempfindungen (18, 3 P. O.). Die Unmöglichkeit des Gleichseins unserer Vorstellung mit den Dingen selbst liegt in der Natur unseres Wissens bedingt, womit nicht gesagt sein soll, daß alle Vorstellungen von den Dingen falsch sind und wir von dem wahren Wesen der Dinge nichts wissen können. Bilder von der Außenwelt sind die Vorstellungen nur im Hinblick auf die gesetzmäßige Zeitfolge, wie wir schon bei den Sinnesempfindungen ausführten. Sind die Vorstellungen nach allen Richtungen eingehend geprüft und richtig nach den Gesetzen unseres Denkens gebildet, sind wir imstande, sie durch unsere Handlungen wieder in die Wirklichkeit zurückzuversetzen, so sind die Vorstellungen, die wir haben, auch für unser Denkvermögen die einzig wahren. Alle anderen sind falsch (22, 3 P. O.)[10]).

β) Im engeren Sinne.

War in dem vorangegangenen Kapitel die Wahrnehmung schlechthin Gegenstand unserer Betrachtung, soll in diesem Abschnitt der engere funktionelle Kreis der Wahrnehmung zur Sprache kommen. Nicht in erschöpfender Weise können hier die Funktionen der Wahrnehmung geprüft und untersucht werden, sondern vorwiegend sollen die Grundbegriffe der Erkenntnis für die räumlichen Bestimmungen und der Raumverhältnisse, wie sie das Auge empfindet und darstellt, Berücksichtigung finden. Peinlichst soll vermieden werden, dem nachfolgenden Kapitel, das die Raumtheorie behandelt,

---

[9]) Anklang an den Pragmatismus und Positivismus (A. E. Mach).

[10]) Eine sehr gute Darstellung über die Entwicklung der Erkenntnistheorie der Vorstellungen bei Helmholtz findet sich bei Pielert, Kap. 1, § 2, S. 73.

vorzugreifen. Hier sollen nur die Vorbedingungen für die Raumtheorie als solche angedeutet werden.

Bei der Betrachtung der Gegenstände steigt unwillkürlich bezüglich ihrer Lage und Form der Gedanke auf: Wie kommt die Fläche als Anschauung zustande, wie die Tiefenwahrnehmung usw.? Die Farben sind für das Auge ein Schmuck, vorzüglich eignen sie sich zur Unterscheidung und Wiedererkennung der Objekte (329, 1). Kein anderer Sinn kann das Auge überflügeln, mag der Tastsinn auch oft diesen Anschein erwecken. Kann er das Materielle sogleich prüfen, läßt er uns doch bei der Unterscheidung kleinster Substanzen arg im Stich. Versuche am Blindgeborenen haben gezeigt, daß der Tastsinn tatsächlich imstande ist, eine fix und fertige Raumanschauung zu entwickeln, wenn auch nicht bis ins kleinste. Normalerweise ergänzen sich beide Sinne.

Außer dem Unterschied der Farben und der Intensität des Lichtes, die von einem Objekte ausgehen, empfinden wir gleichzeitig noch die örtliche Trennung der Eindrücke im Gesichtsfelde. Zunächst zeigt sich, daß die Verteilung der Empfindungen auf örtlich getrennte Nervenapparate keineswegs notwendig die Vorstellung lokal getrennter Ursachen dieser Empfindungen hervorruft. Das Argument hierfür ist das binokulare Sehen. Wir sehen mit beiden Augen das Objekt einfach, trotz des getrennten Nervenapparates. Wird auf der Netzhaut ein flächenhaftes Bild entworfen, so erregen verschiedene Teile des Bildes verschiedene Nervenfasern, doch ist dies kein strikter Beweis dafür, diese Empfindung auf räumlich getrennte Teile des Gesichtsfeldes zu beziehen. Noch ein anderes Moment muß hinzukommen, welches die räumliche Trennung der Eindrücke vollzieht (330, 1). Über das, was hinzukommt, ist viel polemisiert worden. Zwei Richtungen befehden sich in diesem Punkte heftig. Die eine nimmt an, daß die räumlich ausgedehnte Netzhaut sich selbst empfinde, daß die von außen her erregten Eindrücke an entsprechender Stelle in das räumlich ausgedehnte Anschauungsbild des Organs von sich selbst eingetragen würden (331, 1). Dieser Richtung gehört Johannes Müller an. Diese Selbstbeobachtung der Netzhäute vertritt die nativistische Theorie. Mit ihr ist jedes weitere Nachgrübeln über den Ursprung des Raumes von vornherein nichtig. Die entgegengesetzte Richtung ist die empiristische Theorie. Nach ihr sind Empfindung und Vorstellung Zeichen für äußere Gegenstände und Vorgänge, deren Ausdehnung und Deutung wir erst durch vielerlei Erfahrung kennenlernen. Die empiristische Theorie sucht nachzuweisen, daß die bekannten Tätigkeiten unserer Seele ausreichen — obschon diese unerklärlich sind —, die Entstehung der Sinneswahrnehmung zu erklären. Weil Helmholtz diese Theorie zur Erklärung der allgemeinen Tatsachen in den psychischen Vorgängen ausreicht, will er keine neuen Hypothesen aufstellen. Gibt die empiristische Theorie selbst nicht Klarheit bis in alle Einzelheiten, so ist es der nativistischen noch weniger möglich, eine Erklärung für die Entstehung zu geben. Sie springt in das Problem mitten hinein mit der Annahme, daß gewisse räumliche Anschauungsbilder durch einen angeborenen Mechanismus direkt erzeugt werden, wenn gewisse Nervenfasern gereizt werden (16, 3 P. O.). Die neuere nativistische Ansicht von Hering nimmt einen vorgestellten subjektiven Sehraum an, in wel-

chen die Empfindungen der einzelnen Netzhautfasern nach gewissen angeborenen Gesetzen eingetragen sein sollen. Der angeborene Mechanismus und eine gewisse prästabilierte Harmonie bringen die Anschauungsbilder zur Entstehung. Helmholtz versucht, den Nativismus mit dem Argument zu vernichten, daß die ursprüngliche Raumempfindung fortdauernd durch unsere Erfahrung korrigiert und überwunden wird. „Nach der Analogie aller andern Erfahrungen müssen wir aber erwarten, daß die überwundenen Empfindungen dann wenigstens der Anschauung gegenwärtig bleiben, wenn auch als anerkannte Trugbilder. Dies ist aber nicht der Fall" (17, 3 P. O.).

Die Wahrnehmung der örtlichen Unterschiede geschieht durch die Bewegungen im Gesichtsfelde. Empiristen wie Nativisten müssen sich darüber klar sein, daß ein Unterschied zwischen den Empfindungen der verschiedenen Netzhautstellen, der von der örtlichen Unterschiedlichkeit derselben herrührt, besteht. Rot, welches die rechte Seite einer Netzhaut trifft, ist anders, als das Rot, welches die linke Seite der Netzhaut trifft. Grundsätzlich verschieden ist der Unterschied von Rot in zwei verschiedenen Abstufungen, die nacheinander dieselbe Netzhaut treffen. Für diesen Unterschied hat Lotze das Wort Lokalzeichen eingeführt (332, 1). Lotze verstand unter Lokalzeichen die durch die Gesichts- und Tastreize gelieferten psychischen Nebeneindrücke, nämlich: „daß alle räumlichen Verschiedenheiten und Beziehungen zwischen den Eindrücken auf der Netzhaut ersetzt werden müssen durch entsprechende unräumliche und bloß intensive Verhältnisse zwischen den in der Seele raumlos zusammenseienden Eindrücken, und daß hieraus rückwärts nicht eine neue wirkliche Auseinanderbreitung dieser Eindrücke, sondern nur die Vorstellung einer solchen in uns entstehen muß" [11]). Die ursprünglich angeborene Fähigkeit, gewisse Mannigfaltigkeiten räumlich nebeneinander vorzustellen, setzt Lotze voraus. Diese Annahme ist der Grundpfeiler der gesamten Lokalzeichentheorie. Nach Helmholtz sind die Lokalzeichen Empfindungsmomente als Zeichen für die objektiven Verhältnisse der räumlichen Welt. Im ersten Bande seiner „Reden und Vorträge" lesen wir: „Nur die eine Annahme führt in keine Widersprüche, die der empiristischen Theorie, welche alle Raumanschauung als auf Erfahrung beruhend betrachtet und voraussetzt, daß auch die Lokalzeichen unserer Gesichtsempfindungen ebenso wie deren Qualitäten an und für sich nichts als Zeichen sind, deren Bedeutung wir zu lesen erst lernen müssen" (354, 1). Die Lokalzeichen des einen Auges sind verschieden von denen des andern. Die Frage, ob die Lokalzeichen benachbarter Punkte einander ähnlicher seien als die entfernterer Punkte, „daß somit die Art des Lokalzeichens eine kontinuierliche Funktion der Koordinaten der Netzhautpunkte, das System der Lokalzeichen, von welcher Art sie selbst sein mögen, nur erleichternd für die Einübung des Augenmaßes, nicht entscheidend für seine definitiven Resultate sei", darüber will er keinen endgültigen Beschluß fassen [12]).

Was uns zunächst interessiert: Wie lernen wir die Verschiedenheiten, die den räumlich verschieden gelagerten Nervenfasern unserer Empfin-

[11]) Lotze, Grundzüge der Psychologie, S. 35.

[12]) Diese Theorie hat W. Wundt in seiner Psychologie weitergeführt

dung anhaften, für unsere Raumanschauung deuten und verwerten? Die Erkenntnismöglichkeit ist uns ddurch gegeben, daß wir die einzeln bewegten Teile unseres Körpers im Gesichtsfelde haben und — durch den Tastsinn der räumlichen Verhältnisse bewußt — lernen können, was Bewegung ist, welche Änderungen im Gesichtseindrucke einer Bewegung, z. B. der Hand hier- oder dorthin, entsprechen. „Wenn wir vor einem mit ruhenden Objekten gefüllten Gesichtsfelde die Augen und damit die Netzhäute bewegen, so verschieben sich diese gegen das in seiner Lage fast unverändert bleibende Bild der Netzhaut." (335, 1. Aus diesem Phänomen erfahren wir den Eindruck, den das gleiche Objekt auf verschiedene Teile der Netzhaut macht. Das unveränderte Netzhautbild, das bei der Drehung des Auges auf der Netzhaut sich verschiebt, vergleicht Helmholtz mit einem Zirkel, den er auf einer Zeichnung hin- und herdrehen kann, um dadurch festzustellen, welche Abstände in ihrer Größe gleich und welche ungleich sind. Würden die Lokalzeichen wahllos durcheinandergewürfelt sein, so wäre durch dieses Verfahren möglich, festzustellen, welche Zeichen benachbarten Stellen angehören und welche Paare von Zeichen gleichen Entfernungen in verschiedenen Teilen des Gesichtsfeldes entsprechen (335, 1). Zu ihrem Verständnis gelangen wir dadurch, daß wir sie mit dem Erfolge der Bewegungen und Veränderungen vergleichen, die selbst durch sie in der Außenwelt ausgeführt werden. Der Garant für diesen Beweis ist das Kind. Zuerst spielt es mit seinen Händchen, greift später nach Gegenständen, dreht und wendet sie nach allen Seiten, hin und her. Dabei zieht es anfangs die einfachsten Spielzeuge vor. „Das primitivste Spielzeug macht immer mehr Glück als die raffiniertesten Erfindungen der Industrie in diesem Fache". Das Kind wird sich solange mit dem Gegenstande beschäftigen, bis es alle seine perspektivischen Bilder von ihm kennt. Auf diese Weise lernt es zugleich die verschiedenen Gesichtsbilder kennen, die derselbe Gegenstand in Verbindung mit den Bewegungen geben kann. Die so gewonnene anschauliche Vorstellung von der räumlichen Form des Gegenstandes ist der Inbegriff von allen unseren Gesichtsbildern. Wir sind mit Hilfe dieses Anschauungsbildes imstande, durch die innere Einbildungskraft irgendeine bestimmte Lage des Gegenstandes uns vorzustellen. Die einzelnen Anschauungsbilder sind vereinigt in der Vorstellung von der körperlichen Form der Objekte. In jedem Augenblick sind sie aus ihr wieder zu analysieren und auch mit der Vorstellung von den Bewegungen, die nötig sind, um einen ganz bestimmten Anblick des Gegenstandes zu erhalten.

Andererseits ist schon erwähnt worden, daß wir durch Erfahrung alles das erlernen können, was sich nachher an der Erfahrung wieder prüfen läßt. Vorausgesetzt ist dabei, daß der Tastsinn an und für sich genügt, eine Anschauung von Raum und Bewegung hervorzubringen. Die Veränderung, die wir unmittelbar herbeiführen und durch unseren Tast- und Gesichtssinn wahrnehmen, beruht auf unseren willkürlichen Willensimpulsen, die in der Regel nur Raumveränderungen sind. Ohne vorherige Kenntnis lassen sich unsere Bewegungen der Augen und Hände als Raumbewegungen erkennen, im Gegensatz zu den Veränderungen, die die Eigenschaften der Dinge annehmen. „Es ist ein wesentlicher unter-

scheidender Charakter der Raumbeziehungen, daß sie veränderliche Beziehungen zwischen den Substanzen sind, die nicht von ihrer Qualität und Masse abhängen, während alle anderen reellen Beziehungen zwischen den Dingen von deren Eigenschaften abhängen" (356, 1). Mit diesen Worten hält Helmholtz die empiristische Theorie für bewiesen. Einziger Anstoß sind ihm die Sinnestäuschungen. Normalerweise gebrauchen wir unser Auge so, wie wir es gebrauchen müssen, um das schärfste Bild zu erhalten. Dazu müssen wir die Punkte der Umrißlinien des beobachteten Gegenstandes einzeln nacheinander, mit Rücksicht auf die Lokalzeichen in der Mitte beider Netzhäute abbilden und dabei stets die Augenbewegungen ausführen, welche einen sicheren Vergleich der Augenbewegungen garantieren. „Wir glauben stets solche Objekte vor uns zu sehen, wie sie vorhanden sein müßten, um bei normaler Beobachtungsweise dieselben Netzhautbilder hervorzubringen" (357, 1 u. 4, 3 P. O.).

Kant hat Raum und Zeit als die vor aller Erfahrung gegebenen Anschauungsformen unseres Bewußtseins hingestellt. Damit ist die spezielle Lokalisation unserer Eindrücke ohne weiteres durch unmittelbare Anschauung vermöge eines angeborenen Mechanismus gegeben. Dieser stellt Helmholtz die empiristische Theorie gegenüber, welche mit Hilfe der Lokalzeichen und Assoziationsgesetze den Lokalisationsvorgang zu erklären sucht. Die Lokalzeichen sind es, deren Verständnis uns das Zurechtfinden in der Raumwelt ermöglicht. Für die zielstrebige und praktische Orientierung geben uns Größe, Lage der Objekte usw. die notwendige Anweisung. Da Helmholtz den Eindrücken der Empfindung, die als gewisse Zustände unseres Körpers zum Bewußtsein kommen, jede räumliche Bestimmtheit abspricht, nimmt er mit Recht an, daß das Subjekt von sich selbst als Zentrum ausgeht und die Lage der Gegenstände zu sich räumlich bestimmt und festlegt. Das Grundelement der Helmholtschen Lokalzeichen ist die Verschiedenheit, die den räumlich gelagerten Nervenfasern anhaftet. Daß den Zeichen örtliche Unterschiede nicht zukommen, brauchen wir von Anfang an nicht zu wissen, denn sie können wahllos über die Netzhaut verstreut liegen.

Der Tastsinn genügt zur Hervorbringung einer guten Raumanschauung. Um bei der Gewichtswahrnehmung die Lokalzeichen verstehen zu können, muß die Bewegung hinzukommen. Wie vorhin angedeutet, sollen die Empfindungen durch irgendwelche auf den Raum bezüglichen Zeichen voneinander unterschieden sein, obschon sie für die örtlichen Verhältnisse in keiner Weise von Belang sind. Eine Übereinstimmung der Lokalzeichen mit den örtlichen Verhältnissen ist nicht notwendig. — Die Lokalzeichentheorie unterliegt bei Helmholtz manchen Schwankungen. Sind die Lokalzeichen einmal irgendwelche diskontinuierliche Zeichen, sind sie ein andermal kontinuierlich für das Feld der Netzhaut veränderliche Größen, wie er an Versuchen mit operierten Blindgeborenen gezeigt hat, so daß damit von vornherein, ohne Erfahrung, benachbarte Netzhautpunkte in der Empfindung als benachbart angesehen werden müssen. Es werden dann anfangs zusammenliegende Flächen im Sehfelde getrennt aufgefaßt werden können. Der Wirkungseffekt ist, daß die einfache Erregung eines Netzhautpunktes eine Lichtempfindung auslöst, die in den

Raum lokalisiert wird und eine kontinuierliche Fläche von Reizpunkten verursacht. Daher die Wahrnehmung einer Linie oder einer Fläche.

Der Empirismus betrachtet die Theorie der Lokalzeichen als Zeichen, die gelernt werden müssen. Zu diesem Zwecke ist keine Übereinstimmung der Lokalzeichen und der ihnen entsprechenden äußeren Raumunterschiede vorauszusetzen. Der Nativist verlangt, daß die Lokalzeichen nur unmittelbare Anschauung der Raumverhältnisse in Art und Größe seien. „Solange wir uns nur auf die Betrachtung eines flächenhaften Feldes beschränken, geben beide Theorien gleich guten Aufschluß über die Wahrnehmung der Raumverhältnisse eines solchen Feldes" (333, 1). Jedoch dann scheiden sich ihre Wege durch das Vorhandensein gewisser Inkongruenzen. Die erste für Helmholtz ist, daß das Bild auf dem Kopfe steht, und er sucht sie mit folgenden Worten zu beweisen und zu erklären: „Einmal kann man den Begriff von Oben und von Unten in den Gesichtsanschauungen mit Johannes Müller als relativ ansehen, oder die andere, „daß die Übereinstimmung zwischen dem Oben des Gesichtssinnes und dem des Tastsinnes durch die Erfahrung gewonnen werde, indem man die tastenden Hände im Gesichtsfelde erscheinen sieht" (334, 1).

Die zweite und wichtigste Inkongruenz ist, daß wir trotz der beiden Netzhautbilder einfach sehen. Helmholtz nimmt an, daß die Punkte beider Netzhäute paarweise zusammengehören und je zwei zusammengehörende Punkte als einer empfunden werden. Der Beweis für die Doppelbilder eines zweiäugig gesehenen Gegenstandes ließe sich auf eine einfache Regel zurückführen, die Johannes Müller aufgestellt habe. Zu jedem Punkt auf der einen Netzhaut gehöre ein korrespondierender Punkt auf der andern. Im gemeinsamen flächenhaften Gesichtsfelde beider Augen würden der Regel nach Bilder korrespondierender Punkte zusammenfallen, Bilder nichtkorrespondierender auseinander (343, 1).

Der Laie weiß von diesem Vorgang beim Sehen nichts. Für ihn ist trotz beider Augen nur ein Bild da. Wird er auf das Doppelbild aufmerksam gemacht, ist dies etwas ganz Neues für ihn. Man wird sich mit einfacher Überlegung sagen: wenn beide Bilder als eines gesehen werden, muß zumindest eine Verschmelzung der Empfindung beider Augen stattfinden. Die anatomische Hypothese ist lange dieser irrigen Meinung gewesen. In Wirklichkeit findet keine Verschmelzung statt. Den Beweis liefert uns Helmholtz in dem Phänomen des stereoskopischen Glanzes. Ist das stereoskopische Bild einer Fläche in dem einen Bilde weiß, im andern schwarz, so erscheint das vereinigte Bild als glänzend, ganz gleich, ob das Papier der Zeichnung stumpf oder glänzend ist. Des Interesses wegen gebe ich den Gang des Beweises an: eine matte Fläche, wie die von mattem weißen Papier, wirft das auffallende Licht nach allen Richtungen hin in gleichem Maße zurück und sieht deshalb immer gleich hell aus, von welcher Seite man sie auch sehen mag, erscheint darum auch beiden Augen gleich hell. Eine glänzende Fläche dagegen gibt außer dem nach allen Seiten gleichmäßig ausstrahlenden Lichte noch Reflexe, deren Licht nur nach gewissen Richtungen geht. Nun kann ein Teil des reflektierten Lichtes das Auge treffen, ohne daß notwendig das andere auch getroffen wird. Dann erscheint die Fläche dem einen Auge viel heller als dem andern, und da dies nur bei glän-

zenden Körpern der Fall sein kann, glauben wir im stereoskopischen Bilde Glanz zu sehen, wenn dieser Eindruck hervorgerufen wird. Käme eine Verschmelzung der beiden Bilder zustande, müßte nach den Gesetzen der Farbmischung Grau entstehen. Daß hier Weiß und Schwarz stereoskopisch gesehen Glanz geben, also einen sinnlichen Eindruck vermitteln, den man auf keine Weise von einer grauen Fläche erhalten kann, zeigt, daß keine Verschmelzung in der Empfindung stattfindet; daß der Eindruck des Glanzes nicht auf dem Wettstreit der Sehfelder beruht, zeigt die momentane Beleuchtung solcher Bilder mit dem elektrischen Funken, bei dem ebenfalls Glanz auftritt.

Zusammenfassend kommt Helmholtz zu dem Ergebnis:

1. „Die Erregungen korrespondierender Stellen beider Netzhäute werden nicht in einen Eindruck ununterscheidbar verschmolzen, denn sonst wäre es nicht möglich, stereoskopischen Glanz zu sehen. Dieses Phänomen kann nicht aus dem Wettstreite zu erklären sein, selbst wenn man dieses als Vorgang der Empfindung, nicht als einen der Aufmerksamkeit ansehen wollte.

2. Die Empfindungen, welche von Erregung korrespondierender Netzhautstellen herrühren, sind nicht unterscheidbar gleich, denn sonst würde es nicht möglich sein, bei momentaner Beleuchtung das richtige Relief eines stereoskopischen Bildes von dem pseudoskopischen zu unterscheiden.

3. Die Verschmelzung von verschiedenen Empfindungen korrespondierender Netzhautstellen kommt auch nicht dadurch zustande, daß eine derselben zeitweilig unterdrückt wird; denn die zweiäugige Tiefenwahrnehmung beruht nur darauf, daß beide verschiedenen Bilder gleichzeitig zum Bewußtsein kommen. Eine solche Tiefenwahrnehmung ist aber möglich beim festliegenden Netzhautbilde und momentaner Beleuchtung" (351, 1).

Durch diese Untersuchung will er klargestellt haben, daß gleichzeitig zwei verschiedene Empfindungen unverschmolzen zum Bewußtsein kommen. Die Verschmelzung zum Anschauungsbilde der Körperwelt vollziehe sich durch einen Akt des Bewußtseins und nicht durch einen vorgebildeten Mechanismus der Empfindung. Weiter leitet er aus dieser Untersuchung ab, daß die übereinstimmenden Lokalitäten der Gesichtseindrücke von korrespondierenden Netzhautstellen im Gesichtsfelde zwar im ganzen gleich oder nahehin gleich ausfielen, daß aber die Vorstellung von beiden Eindrücken auf eben dasselbe Objekt erheblich stören könne. Wenn jene Lokalisation durch einen unmittelbaren Akt der Empfindung gegeben wäre, würde diese Empfindung nicht durch eine entsprechende entgegengestellte Vorstellung aufgehoben werden können. Beruhe die Lokalisation korrespondierender Bilder auf Deutung und Kenntnis der Lokalzeichen, würde es anders sein, da hier die Erfahrung an erster Stelle stehe (352, 1).

In dem bisher abgehandelten zweidimensionalen Sehen entspricht die empiristische Theorie überall ihren Anforderungen. Bisher hatte sie nur festzustellen, daß das angegebene sinnliche Zeichen gedeutet wird als das, dessen Zeichen es ist. Dies ist tatsächlich der Fall, denn der unterrichtete Mensch ist in seinen Wahrnehmungen so gut wie sicher. Schauen wir die Objekte durch eine prismatische Brille an, lernen wir nach einiger Zeit trotz der Verzerrung der Netzhautbilder mit Hilfe der Hand- und

Körperbewegungen die Gegenstände in der richtigen räumlichen Verteilung sehen und schätzen. Die Richtungswahrnehmung ist abhängig von der Kombination derjenigen Empfindungen, nach denen wir die Stellung des Auges beurteilen, und der Unterscheidung derjenigen Netzhautteile, die vom Licht getroffen sind, von den nichtgetroffenen: also von den Innervationsgefühlen (9, 3 P. O.).

Die eigentliche Schwierigkeit für die empiristische Hypothese tritt erst bei der Beobachtung dreidimensionaler Gebilde auf. Um zwei gewaltige Unterschiede handelt es sich hier: einmal um die Unterschiede der Netzhautbilder, ein andermal um die richtigen Anschauungsbilder von der Außenwelt. Die Inkongruenzen hängen von der Tiefenwahrnehmung und dem binokularen Sehen ab.

Die Raumabbildung vollzieht sich an den peripheren Nervenendigungen im Auge und in gewissem Grade an der tastenden Haut, doch nur in beschränkter Weise, da das Auge nur perspektivische Abbildungen gibt, die „Hand dagegen die objektive Fläche an der ihr möglichst kongruent gestalteten Körperfläche abbildet" (21 P. O.) Haut wie Auge geben nur ein zweidimensionales Bild. Dreidimensional ist nur unser Gehirn. Die Vorstellung eines räumlich ausgedehnten Körpers setzt sich aus vielen Einzelbeobachtungen zusammen, z. B. bei der Vorstellung Tisch umfaßt sie sämtliche Bilder, die er uns von verschiedenen Seiten und Entfernungen aus betrachtet geben würde. Richtig und genau ist die Vorstellung vom Tische, wenn ich mit großer Genauigkeit herleiten kann, „welche Empfindungen ich haben werde, wenn ich mein Auge und meine Hand in diese oder jene bestimmte Stellung gegen den Tisch bringen werde" (22, 3 P. O.). Eine andere Ähnlichkeit zwischen Vorstellung und Tisch besteht nach Helmholtz nicht. Jedesmal richtig ist die betreffende Vorstellung des Körpers für denjenigen, welcher weiß, welche Eindrücke er von dem Dinge bekommt, wenn er sich in die und die Lage zu ihm setzt (22, 3 P. O.).

Jedes Auge entwirft auf der Netzhaut ein flächenhaftes Bild, ganz gleich, wie man sich die Nervenbahn angelegt denkt. Darum können im Gehirn auch nur flächenhafte Bilder auftreten. Aber statt dessen finden wir in unserer Anschauung anstatt dieser beiden Bilder ein körperliches Bild von drei Dimensionen. Das Netzhautbild eines jeden Auges ist ein perspektivisches Bild von den vor ihm liegenden Gegenständen. Wegen des verschiedenen Ortes der Augen im Raume ist die perspektivische Aufnahme von seinem Standpunkte aus für jedes Auge verschieden, demnach das perspektivische Bild eines jeden Auges anders, wenn auch nicht viel. Wie gestaltet sich nun aus diesem perspektivisch flächenhaften Bilde das körperliche Anschauungsbild von drei Dimensionen? Dies vollzieht sich lediglich in der Dreidimensionalität unserer Hirnrinde, dem Lokalisationsherd unseres Bewußtseins.

Daß ein bestimmtes Objekt von bestimmter Beschaffenheit außer uns vorhanden ist, diese Feststellung ist eine unbewußte psychische Tätigkeit, ist einem Schlusse gleich, sofern wir aus der Wirkung die Vorstellung von der Ursache dieser Wirkung gewinnen, während wir direkt nur die Wirkungen, nicht die äußeren Objekte selbst wahrnehmen können. Jene gewonnene Vorstellung und Vorstellungsverknüpfung festigen wir durch häufig wiederholte Anwendung zur Erzielung sicheren Handelns. „Meine

Bewegungen werden um so unsicherer, meine Anschauung um so ungewisser, je mehr das sinnliche Material entzogen wird. Empfindung und Erinnerung ergänzen sich fortdauernd, ein eigentlicher Sprung kann nicht stattfinden" (11, 3 P. O.).

Zur Erkennung der Doppelbilder ist die „Erlernung" guter Aufmerksamkeit unseren Empfindungen gegenüber erforderlich. Für gewöhnlich ist diese sehr schwach ausgebildet, sie reicht nur soweit als die Empfindungen Mittel und Zweck zur Erkenntnis der Außenwelt sind. Hierin liegt die Wichtigkeit der Empfindungen fürs tägliche Leben. Von allen denjenigen Teilen der Sinneswahrnehmung sehen wir ab, die keine Bedeutung für die äußeren Objekte haben. Leicht neigen wir dazu, unzunehmen, daß nichts leichter ist als sich der Sinnesempfindungen bewußt zu werden, ohne die Schwierigkeit zu beachten, die darin liegt, die Empfindungen zu analysieren und zwischen subjektiver und objektiver Empfindung zu unterscheiden. Ursprünglich kommen die Empfindungen als Vielheit zur Perzeption — Empfindungen sind erworben als Produkt der Erfahrung —, wir lernen dann die vernachlässigen, die für die Orientierung in der Welt nicht von Belang sind; es ist ein Produkt der Erfahrung, die einen wirksam sein zu lassen, die anderen unter der Schwelle des Bewußtseins zu halten. Haben wir einmal das wissenschaftliche Interesse, die subjektiven Empfindungen und die Komponenten eines Empfindungsaggregates zu analysieren, so gelingt das nicht leicht. Es erfordert einen außerordentlich hohen Grad von Sicherheit und Übung. Eine in einiger Entfernung liegende Wiese scheint in etwas verändertem Farbton, doch bald identifizieren wir sie mit dem entsprechenden Farbton der nahe gelegenen Wiese. Die Verstandestätigkeit muß in diesem Falle die rein physiologisch vermittelte Erkenntnis korrigieren, die Empfindung wird in die Zwangsjacke der Erfahrung gesteckt. Es ist schwer, rein physiologische Empfindung von der analogen Erfahrung zu trennen. Die Gewohnheit stumpft uns ab gegen eine scharfe Unterscheidung, so daß wir die Erscheinungen immer unter einem bestimmten Gesichtspunkte auftreten sehen, und daß Erscheinung und Gesichtspunkt so eng miteinander verkoppelt werden, daß ein Auseinanderhalten besonders schwer ist. Die Kopula bei dieser festen Verknüpfung sind die Analogieschlüsse, die die Sinne kaum zur Wirkung kommen lassen und als psychische Funktion die Leitung unserer Erkenntnis innehaben.

Neben der Aufmerksamkeit spielt das Gedächtnis bei der Wahrnehmung noch eine große Rolle. Fortdauernd ordnen sich die Wahrnehmungen sowohl der inneren als auch der äußeren Sinne, jede in einem bestimmten Augenblicke, in die Zeitreihe ein. In jedem Augenblick unseres wachen Lebens haben wir außer dem Bewußtsein unseres wachen Seelenzustandes noch Erinnerungen an die nächst vergangenen im Bewußtsein. Deutlich sind wir uns der Verschiedenheit der Art der letzten Zustände bewußt, der gegenwärtigen Wahrnehmung und der Erinnerung, so daß wir sie sicher unterscheiden (578, P. O.[2]).

Die Wahrnehmung der Seelenzustände, wozu auch die Tätigkeit des bewußten Denkens und Vorstellens gehört, erfolgt durch den inneren Sinn oder die innere Anschauung. Grundverschieden ist das Zustandekommen der inneren Wahrnehmung von der äußeren, die nur auf die Außenwelt

reflektiert. Auch die Zeichen der inneren sind von denen der äußeren verschieden; eine Vergleichung oder Ähnlichkeit beider ist nicht möglich. Ein weiterer Unterschied beider Arten von Wahrnehmungen besteht darin, daß jene sich meistens auf gemeinsame äußere Objekte beziehen, die in bestimmter räumlicher Ordnung nebeneinanderliegen, während diese frei von allem örtlichen Unterschied, soweit sie wahrgenommen werden können, sind. Jedoch ordnen sich innere wie äußere Wahrnehmung, jede in einem bestimmten Augenblicke durch das Gedächtnis in die Zeitreihe ein, wie oben schon angedeutet wurde. Diese Einordnung gestattet regelmäßige Wiederholung solcher Zeitfolge von gleichartigen Wahrnehmungen, um sie als solche zu betrachten und wiederzuerkennen (578, P. O.[2]). Die Beziehung, in welcher eine Übereinstimmung der Wahrnehmungen mit der Wirklichkeit stattfinden kann, „ist die Zeitfolge der Ereignisse mit ihren verschiedenen Eigentümlichkeiten. Die Gleichzeitigkeit, die Folge, die regelmäßige Wiederkehr der Gleichzeitigkeit oder Folge, kann in den Empfindungen ebenso stattfinden, wie in den Ereignissen. Die äußeren Ereignisse wie ihre Wahrnehmungen gehen in der Zeit vor sich. Also können auch die Zeitverhältnisse der letzteren das getreue Abbild der Zeitverhältnisse der ersteren sein" (21, 3 P. O.). Innere und äußere Anschauung wirken stets zusammen, um ein Anschauungsbild hervorzubringen, das sich dem Wahrnehmungsvermögen aufzwingt. Wahrnehmung und Vorstellung gehen immer ineinander über. Terminologisch unterscheidet Helmholtz ziemlich scharf zwischen Wahrnehmung und Vorstellung.

Aus der Voraussetzung über das Verhältnis von Empfindung und Wahrnehmung ergibt sich die Helmholtzsche Fragestellung für das Wahrnehmungsproblem, die bereits in den 50er Jahren zur Entwicklung gekommen. Aus dieser Zeit stammt auch der Vorwurf, bei den Psychologen seiner Zeit keine Unterstützung gefunden zu haben in der Erklärung des Prozesses, wie die Lichtempfindung in die Wahrnehmung der Außenwelt verwandelt wird. Bisher sei für die Psychologie die Selbstbeobachtung der einzige Weg des Erkennens gewesen, hier dagegen hätten wir es mit geistigen Tätigkeiten zu tun, von denen uns die Selbstbeobachtungen nichts berichten können. Die geistigen Tätigkeiten könnten nur durch physiologische Untersuchung der Sinneswerkzeuge erschlossen werden.

Nach Helmholtz faßte Kant noch alle Zwischenglieder der reinen Empfindung und der Bildung der Vorstellung des zur Zeit räumlich ausgedehnten Gegenstandes in einen Akt zusammen, den er als Anschauung bezeichnete[13]). Voll und ganz berechtigt ist sein Einwand Kant gegenüber. Kant hat an keiner Stelle sich darüber ausgesprochen, welche Verstandesbedingungen die Wahrnehmung bestimmter Gegenstände der Außenwelt an bestimmten Orten möglich machen. Er stellt nur die synthetischen Funktionen in seiner transzendentalen Methode dar, durch die die Vorstellungen empirischer Objekte möglich sind. Desgleichen hinderte ihn

---

[13]) Der Inhalt des Kantschen Anschauungsbegriffs besagt nach Helmholtz: „Diese spielt eine Rolle bei ihm, als wäre sie durchaus nur Wirkung eines natürlichen Mechanismus, der nicht weiter Gegenstand philosophischer und psychologischer Untersuchung werden könnte, abgesehen von seinem Endergebnis, welches eben eine „Vorstellung" ist" (338, 2).

seine Welt der Dinge an sich an der Feststellung der Funktionen, die ihnen für die Bestimmtheit der einzelnen Sinneswahrnehmungen zugeschrieben werden müssen [14]). Die Vorstellung erkennt Helmholtz als apriorisch an, sofern sie an Raum und Zeit gebunden, die uns notwendig gegebene Anschauungsformen sind. Von der Empfindung ausgehend, unterscheidet Kant zwei Faktoren der Erkenntnis. Jede Erkenntnis hat einen empiristischen Faktor, die Materie, und einen rationalistischen Faktor, die Form. Form ist dasjenige, durch welches das Mannigfaltige der Erscheinung in gewissen Verhältnissen angeschaut wird, dasjenige, worin sich die Empfindungen allein ordnen. Dies trägt das Anschauungsvermögen aus eigenen Mitteln zu der Erkenntnis bei: nämlich die Ordnung und die Reihenfolge der Erkenntnis. Was in der Erscheinung der Empfindung korrespondiert, ist die Materie der Erscheinung. Mit Kant ist „Materie also das Bestimmbare, Form dessen Erscheinung" (49 K. r. V.).

Abschließend: Unsere Wahrnehmungen von der Außenwelt sind durch seelische Vorgänge bedingt; weil diese der Selbstbeobachtung entzogen bleiben, fallen sie nicht in das Bereich des auf sich selbst reflektierenden Bewußtseins. Wir wissen nur aus ihren Resultaten. Es sind unbewußte Tätigkeiten, die im dunkeln Hintergrunde unseres Gedächtnisses vor sich gehen, indem in ihm das Gleichartige früher beobachteter Fälle sich aneinanderfügt, gegenseitig verstärkt und als Erinnerung auftaucht. Je häufiger die Art der Verbindung der Eindrücke, je fester ihre hinterlassene Spur, desto schneller können sie auch wieder ins Bewußtsein gerufen werden als eine zufällige Verbindung oder als ein nur flüchtig gekommener Eindruck. In all diesen Assoziationsvorgängen spielen die Aufmerksamkeit und die Schlußfolgerung die größte Rolle. Wir können als allgemeine Regel für die Wirkungsweise unseres Gedächtnisses festhalten, daß sehr oft in gleicher Weise wiederholte, immer in derselben Art der Verbindung zusammengeschlossene Eindrücke unter übrigens gleichen Bedingungen eine viel dauerndere Spur ihrer selbst und ihrer Verbindung in uns hinterlassen, und noch sicherer und schneller in dieser Verbindung wieder in das Bewußtsein treten als solche, die uns nur in zufälligen und wechselnden Verbindungen vorgekommen sind. Helmholtz ist der Meinung, daß in der empiristischen Theorie nichts vorauszusetzen sei, „als die durch tägliche Erfahrung ihren wesentlichen Gesetzen nach wohlbekannten Assoziationen der Anschauungen und Vorstellungen" (353, 1). Je tiefer er in das Verständnis der Wahrnehmung eingedrungen sei, desto klarer seien ihm die unwillkürlich erfolgenden psychischen Vorgänge der Ideenassoziation und des unwillkürlichen Flusses der Vorstellung geworden, desto zusammenhängender und konsequenter habe sich ihm auch das ganze Gebiet dargestellt. Gelegentlich gebraucht er auch den Begriff „Einbildungskraft", unter dem er bestimmte Hinweise auf die Aufmerksamkeit, „allgemeine Regeln" versteht, die sich allmählich durch experimentelle Prüfung psychologischer Daten herausgestellt haben. Einbildungskraft im Sinne Kants, für den sie „das tätige Vermögen der Synthesis des Mannigfaltigen" (130 K. r. V.) ist, kennt Helmholtz nicht. Im großen und ganzen sind die

[14]) Mit diesem Urteil habe ich mich fast wörtlich auf das von B. Erdmann gestützt. (Grundlagen der Vorstellungs- und Wahrnehmungstheorie, kritisch erläut. von B. Erdmann, Berlin 1920/21.)

psychologischen Begriffe wie Assoziation, Gedächtnis, Reproduktion, Erinnerung usw. recht verworren. Der Ausdruck „Sinnengedächtnis, der ihm geläufig, ist das Gedächtnis für die sinnlichen Eindrücke, auch für solche, die nicht in Worte zu fassen sind. Es ist schlechthin das Gedächtnis für wahrgenommene Empfindungsbegriffe. Damit stehen wir vor der Annahme unbewußter seelischer Vorgänge. Sie sind für Helmholtz nicht wahrgenommene, die sich im Gehirn wohl als Bewußtsein abspielen, aber unbeobachtet bleiben. Sie haben mit dem Selbstbewußtsein nichts zu tun, wohl aber mit dem Denken. Bewußtsein und Selbstbewußtsein hat er nicht genauer bestimmt. Zur Erscheinung kommen sie erst in der nachträglichen Reflexion als Erinnerungsinhalte in assoziativer Reproduktion. Helmholtz genügt das naturwissenschaftliche Verständnis der unbewußten seelischen Vorgänge, das erreicht ist, wenn sie sich glatt und einfach auf die bekannten Gesetze der Erregung von Nervenfasern und deren Leitung zurückführen lassen.

c) Die Induktionsschlüsse.

Sind einmal die Empfindungen gegeben, so wird uns mittels eines Schlusses die Wahrnehmung der Außenwelt unmittelbar und unausweichlich aufgedrängt. Diese Schlußform bildet in ihrem eigentlichen Sinne das Grundproblem der Helmholtzschen Wahrnehmungstheorie. Obschon er die Schlußfolgerung eines Schopenhauer und Fichte[15]) kannte, ist doch der Positivist John Stuart Mill für die Helmholtzsche Schlußtheorie endgültig bestimmend gewesen.

Mag hier auch die Logik Kants mit im Spiele sein, aber vorwiegend sind seine logischen Annahmen doch durch die Deutung des Syllogismus von Mill bedingt, wenn er auch die empirische Ableitung des Kausalgesetzes bei diesem formell ablehnt. Mit Mill ist er der Ansicht, daß wir des Schlußsatzes sicher sind, ehe wir noch den Obersatz, durch den wir ihn beweisen wollen, aufstellen können. Der Syllogismus aus induktiven Prämissen ist ihm wie Mill das Urbild der Syllogismen überhaupt. Diese Syllogismen wendet Helmholtz da an, wo er von induktiven oder Analogieschlüssen auf früheren Erfahrungsdaten spricht. Nach Mill heißt schließen, „einen Satz (Urteil) aus einem vorhergehenden Urteil oder Urteilen folgern, ihm als einer Folgerung aus etwas anderem Glauben schenken oder für ihn Glauben in Anspruch nehmen“ (Logik I, 196). Der Syllogismus ist in Wahrheit ein Schluß vom Besonderen aufs Besondere. Der allgemeine Obersatz ist ein Register der vollzogenen Schlüsse vom Besonderen aufs Besondere. Er ist eine kurze Formel noch mehr zu vollziehen, ein Memorandum der einzelnen vorgestellten Tatsachen. Der Obersatz nimmt vorweg, was erst noch zu beweisen ist. Der Schluß beruht auf der Substitution des Ähnlichen. Die induktive Methode Mills enthält zwei Hauptbestandteile: die Beobachtung und das Experiment[16]), die

[15]) Fichte ist in seinem Werk „Freiheit des Willens“ der Meinung, daß die Induktion im menschlichen Leben eine große Rolle spiele. Auf ihr beruhe die ganze Ausbildung unserer Sinneswahrnehmung, die sich durch die Untersuchung unserer Sinnestäuschungen nachweisen ließe. Man könnte diese Art von Induktion im Gegensatz zu der logischen, welche es zu scharf definierten Sätzen bringe, die künstlerische Induktion nennen.

[16]) Zu der speziellen Durchführung der Induktionstheorie Mills, die im 2. und

auch die beiden Grundbestandteile der Helmholtzschen Theorie sind. Sein ganzes System steht sonst nicht weitgehend unter dem Einfluß der englischen Assoziationspsychologie und den rationalistischen Ansichten Schopenhauers über den Ursprung des Verstandes empirischer Anschauung, sondern es handelt sich bei ihm um assoziative Gedächtniswirkungen des täglichen Lebens, durch Übung, Gewohnheit und Erfahrung gewonnen.

Berkeleys Untersuchung über den Einfluß des Gedächtnisses auf die Gesichtswahrnehmung und die induktiven Schlüsse waren ihm scheinbar bekannt. Denn er führt selbst den Satz von ihm an: „Daß sie so schnell geschehen (die Schlüsse), daß wir sie nicht bemerken, wenn wir nicht absichtlich darauf achten" (32, 3 P. O.). Für Helmholtz stellen die unbewußten Schlüsse nicht bloß eine Ordnung in der Wahrnehmung dar, sondern sind ihm für die Annahme der Existenz von Körpern als Ursachen der Empfindung notwendig. „Wenn aber das Bewußtsein nicht unmittelbar am Orte der Körper selbst diese wahrnimmt, so kann es nur durch einen Schluß zu ihrer Erkenntnis kommen". Oder: „. . . daß wir aus der Welt unserer Empfindungen zu der Vorstellung von einer Außenwelt niemals kommen können als durch einen Schluß von der wechselbaren Empfindung auf äußere Objekte als die Ursachen dieses Wechsels" (29, 3 P. O. und 112, 1).

Die Induktionsschlüsse sind die Endglieder psychischer Tätigkeiten und Vorgänge. All unsere Erfahrung, vom ersten Schritt unseres Lebens an, beruht auf ihnen. Als Endglied sind sie das durch die psychischen

---

3. Bande seiner Logik behandelt wird, soll hier in Kürze Stellung genommen werden: Die induktive Methode enthält zwei Hauptbestandteile: Beobachtung und Experiment. Die Beobachtung ist der erste Schritt der induktiven Methode. Er besteht darin, die Phänomene zu zergliedern, zu dem Zweck, das regelmäßige Antezedenz und das regelmäßige Konsequenz ausfindig zu machen (Logik III, Kap. VII, § 1, S. 76). Um aber ihren speziellen kausalen Zusammenhang zu erkennen, bedürfen wir der Variation der Umstände, wie schon Bacon aussprach (ebd. § 2, S. 79). — Nun können wir entweder einen Fall in der Natur finden, der diesem Zweck entspricht, können also weitere Beobachtungen zu Hilfe nehmen, oder aber wir können durch eine künstliche Anordnung einen solchen Fall herstellen. Das ist das Experiment. Das Experiment besteht in der Variation der Ursachen einer Naturerscheinung (ebd. § 2 f., S. 79). — Wo diese Ursachen uns unzugänglich sind, müssen wir von den Wirkungen ausgehen, und da sind wir auf die analysierende Beobachtung allein angewiesen. Aber dadurch allein können wir, streng genommen, niemals einen ursächlichen Zusammenhang beweisen, sondern lediglich eine gleichförmige Aufeinanderfolge oder Koexistenz aufweisen (ebd.). Die experimentelle Forschung weist nun vier Methoden auf: 1. Die Methode der Übereinstimmung; 2. die der Unterschiede oder die Differenzmethode; 3. die Methode der Rückstände oder die Restmethode; 4. die Methode der Begleitveränderung oder die Variationsmethode. — Die Methode der Übereinstimmung besteht darin, daß man verschiedene Fälle, in denen eine Erscheinung auftritt, miteinander vergleicht (ebd. Kap. VIII, § 1, S. 86). Die Methode des Unterschieds oder die Differenzmethode besteht darin, daß man Fälle, in denen die Erscheinung eintritt, mit in anderer Rücksicht ähnlichen Fällen vergleicht, in denen sie nicht eintritt (ebd. § 2 f. S. 90). — Das Prinzip der Restmethode ist folgendes: „Wenn wir von einer gegebenen Erscheinung alles das abziehen, was man vermöge früherer Induktionen bekannten Ursachen zuweisen kann, so wird der Überrest die Wirkung von Antezedentien sein, die bisher noch übersehen wurden oder deren Wirkung bisher noch eine unbekannte Größe war" (ebd. § 5, S. 98). - Die vierte Methode, die der Begleitumstände, findet da Anwendung, wo wir in nur beschränktem Maße eine künstliche Sonderung vereinigt getroffener Umstände bewirken können. Sie beruht auf dem Grundsatze, daß Tatsachen, die zusammen zu- oder abnehmen und zusammen zu existieren aufhören, entweder Ursache und Wirkung voneinander oder aber Wirkung einer gemeinsamen Ursache sind (ebd. § 6, S. 100).

Prozesse vermittelte Urteil, in welchem wir uns in unserem Bewußtsein über die Art und die Bedeutung eines Wahrnehmungsaggregates klar werden und durch diese Übung und Gewöhnung eine Anpassung an die Wirklichkeit erzielen. Die Übung des Urteils besteht in der Übung der Aufmerksamkeit des Gedächtnisses. Die Erfahrung geht vom Urteil aus und nicht von den Qualitäten der Empfindung als wirklich reine Empfindung. Alles andere als die Qualitäten kann im Anschauungsbild überwunden werden, weil es auf Erfahrung, Schluß und Assoziation beruht. Von selbst lernt der Mensch zielstrebiges Handeln durch die richtige Anwendung der Innervation, die er zu den und den Bewegungen und Schätzungen nötig hat. Allmählich verhelfen uns die Schlüsse dazu, vermöge der Erfahrung richtige Urteile über die räumlichen und sonstigen Verhältnisse der Dinge und ihrer Vorgänge in der Außenwelt zu haben. Die Urteile können immer erst relativ gebildet werden, d. h. sie müssen erst durch psychische Vorgänge herbeigeholt werden. Das Richtungs- und Entfernungsschätzen sind der beste Beweis dafür. Die Wahrnehmung der Richtung setzt sich zusammen, wie schon an anderer Stelle angedeutet, aus den Innervationsgefühlen, nach denen wir die Stellung der Augen beurteilen und der Unterscheidung der vom Licht getroffenen Stellen der Netzhaut von den nichtgetroffenen. Zur Entfernungsschätzung ist das Muskelgefühl, die Konvergenz einerseits und die Assoziation und Reproduktion andererseits notwendig.

Das Wesen der Schlüsse, bemerkt Helmholtz, finde er am besten auseinandergelegt in der induktiven Logik John Stuart Mills. Die Art seiner Schlußfigur hat viel mit der ersten aristotelischen gemeinsam. Sein Beispiel, das er in der Wahrnehmungstheorie verwendet, lautet:

Major (Obersatz) Licht, welches ich in dem rechten Auge in der Nähe des Nasenrückens sehe, rührt von einer sich links befindenden Lichtquelle her.

Minor (Untersatz): bei bestimmtem Druck auf die rechte Seite des Augapfels sehe ich einen Lichtfleck auf der Nasenseite erscheinen.

Conclusio (Schlußsatz): Die Quelle der Lichtempfindung ist links gelegen.

Alle Syllogismen bilden die Funktionen des Obersatzes aus dem Memorandum früherer Fälle. Die Major ist ein Satz, der sich auf die Wirklichkeit bezieht und darum nur das Resultat der Erfahrung sein kann. Im Grunde lehrt uns der Schluß nichts Neues, was wir nicht bereits wußten. Deshalb müssen wir des Schlußsatzes, ehe wir noch den Oberstand, durch den wir ihn beweisen wollen, aufstellen können, sicher sein. Hier liegt nach Helmholtz ein Zirkelfehler vor, den er dadurch zu umgehen weiß, daß er annimmt, daß wir in der gewöhnlichen und ursprünglichen Art durch einfache Induktion schließen und zu der Überzeugung des Schlußsatzes auch unmittelbar kommen können, ohne den allgemeinen Satz in unserem Bewußtsein zu bilden, „indem in unserem Gedächtnisse das Gleichartige der früher beobachteten Fälle sich aneinander anfügt und gegenseitig verstärkt, zeigt sich namentlich in denjenigen Fällen von induktiven Schlüssen, wo die Vorgänge verwechselt sind, daß sich keine ausnahmslos geltende Regel aufstellen läßt für das Schließen“ (23, 3 P. O.).

Diese aus den Erfahrungsdaten gezogenen Induktionsschlüsse sind ihm wie ihrem Urheber Mill das Urbild der Syllogismen. Sehr früh übertrug er die Syllogismen aus den induktiven Prämissen auf die seelischen Vorgänge, die die Wahrnehmung bedingen. Das vorangegangene Kapitel hat uns genügend Beispiele gezeigt, z. B. der stereoskopische Glanz usw. Die Schlußfigur auf die Wahrnehmung übertragen, könnte man wie folgt formulieren: daß der Obersatz sich aus einem Komplex von Einzelurteilen zusammensetzt, die rekonstruierbar sind, aber alle den Wert eines Urteiles selbst haben und in einfachem Verhältnis zu den Empfindungen stehen, das anerkannt wird. In Anwendung jenes Schlußverfahrens nimmt der Begriff Empfindung eine etwas andere Bedeutung an; er bedeutet nicht mehr Wechselwirkung zwischen Sinnesorgan und Körperwelt, sondern ihr Unterschied.

Gewöhnlich ziehen wir den Schluß, ohne weder den Major noch den Minor klar und deutlich ausgesprochen zu haben. „Wenn also in diesem Falle kein eigentlicher bewußter Schluß vorliegt, so ist doch die wesentliche und ursprüngliche Arbeit desselben vollzogen und das Resultat desselben erreicht. Aber freilich nur durch die unbewußten Vorgänge der Assoziation von Vorstellungen, die im dunkeln Hintergrunde unseres Gedächtnisses vor sich geht und deren Resultate sich daher auch unserm Bewußtsein aufdrängen als gewonnen durch eine uns zwingende gleichsam äußere Macht, über die unser Wille keine Gewalt hat" (24, 3 P. O. u. 582 P. O.[2]). Trotzdem diesen Schlüssen die reinigende und prüfende Arbeit unseres bewußten Denkens fehle, glaubt Helmholtz sie dennoch ihrem Wesen nach unbewußt vollführte Induktionsschlüsse nennen zu dürfen.

Mit dem Umfang der Erfahrung steigert sich die Sicherheit der Analogieschlüsse. „Erst indem wir unsere Sinnesorgane nach eigenem Willen in verschiedene Beziehung zu den Objekten bringen, lernen wir sicher urteilen über die Ursachen unserer Sinnesempfindungen. Solches Experimentieren geschieht von frühester Jugend an, ohne Unterbrechung das ganze Leben hindurch" (28, 3 P. O.). Die Ursache ist für uns ein von unserer Wahrnehmung unabhängiges Objekt. Wir erklären die Objekte als unabhängig von unserer Beobachtung daseiend. In jeder Zeit kann ich sie beobachten, wenn ich mich durch passende Bewegung in bestimmte Stellung zu ihnen bringe. Der Akt der Vergleichung, worauf alles Schließen und Urteilen beruht, ist dem Bewußtsein von vornherein gegeben. Heyfelder meint, daß alle Urteile, an deren Wahrheit wir glauben, begleitet seien von einer Notwendigkeit des Sourteilenmüssens[17]). Die Erfahrung korrigiert fortdauernd die Fehlschlüsse in unserem Schließen und Urteilen. Das wichtigste Mittel zur richtigen Urteilsbildung und Urteilsübung ist im wesentlichen Sinne die Bewegung, die die vorhandenen Urteile in ihrer Wahrheit bekräftigt oder sie entsprechend umbildet: „. . . wir beobachten unter fortdauernder eigener Tätigkeit und gelangen dadurch zur Kenntnis des Bestehens eines gesetzlichen Verhältnisses zwischen unseren Innervationen und dem Präsentwerden der verschiedenen Eindrücke aus dem Kreise der zeitweiligen Präsentabilien" (128 Schl.). Ganz allmählich lernt der Beobachter die Innervation für die be-

[17]) Viktor Heyfelder: Über den Begriff der Erfahrung bei Helmholtz. Berlin 1897, S. 27.

stimmten Wahrnehmungen finden, lernt die Bewegungen kennen, um die oder die Empfindungen zu erzielen; wie jede Bewegung ihm einen bestimmten Anblick verschafft, was ihn veranlaßt zu schließen, in jedem Augenblick denselben Erfolg zu haben, gewinnt er die Vorstellung von einem dauernden Bestehen gleichzeitig nebeneinander. Gleichzeitig wird er darauf aufmerksam gemacht, daß die innere Welt von der äußeren verschieden ist, daß zwischen den zu bestimmter Zeit im Bewußtsein seienden Inhalten ein tatsächlicher Unterschied besteht, nämlich, daß die einen sich in ihrem Dasein ganz dem Einfluß des Willens entziehen, während die andern durch bewußte Impulse rückgängig gemacht werden können. Ersteren muß er deshalb unabhängige Objektivität zuschreiben. „Das Nichtich erzwingt sich dem Ich gegenüber Anerkennung". Vorstellung von Objekten beruht nach dieser Darlegung auf einem vor aller Erfahrung gegebenen Schlusse. Nur durch Schlüsse können wir überhaupt erkennen, was wir nicht unmittelbar wahrnehmen. Sämtliche Akte des Verständnisses unserer Sinnesempfindungen und das Verständnis der Wahrnehmung bei den Sinnestäuschungen gehen ohne unseren Willen vor sich, selbst durch eine bessere Einsicht können wir sie nicht los werden. Mag die Überlegung und die Einsicht in die Sache noch so fest sein, nicht wir schließen, sondern die Vorstellung in uns schließt. In ihren Resultaten sind die Induktionsschlüsse den Analogieschlüssen gleich, darum frei vom Bewußtsein des Willens mit zwingender Notwendigkeit eintretend. Die Folge davon ist, daß nichts als reine Empfindung anerkannt werden kann, was durch Momente der Erfahrung im Anschauungsbild überwunden werden kann. Reine Empfindungen sind nur die Qualitäten der Empfindung.

Bei der Bildung von Anschauung spielen die unbewußten Analogieschlüsse eine beträchtliche Rolle. Die Auflösung des Begriffs der Anschauung in die elementaren Vorgänge des Denkens, d. h. in begriffliche Bildungen, bleibt ihm — gegenüber Kant — der wesentliche Fortschritt der neueren Zeit. Die ersten elementaren Vorstellungen enthalten bereits Denken in sich und gehen nach den Gesetzen des Denkens vor sich. „Alles, was in der Anschauung zu dem rohen Materiale der Empfindung hinzukommt, kann in Denken Aufgelöst werden" (240, 2 u. 130 Schl.). Mehrfach hat Helmholtz die unbewußten Schlüsse den logischen Schlüssen gegenübergestellt. Den Anlaß dazu gaben ihm seine scharf logisch formulierten Sätze in Mathematik, Mechanik und Physik. Formvollendet tritt in diesen Disziplinen die bewußte logische Tätigkeit unseres Geistes auf, die reinste Arbeit des bewußten Schlusses unseres Verstandes. Dagegen sind die bei unseren Sinneswahrnehmungen auftretenden Schlüsse, so wichtig sie sein mögen, „niemals in der Form eines logisch analysierten Schlusses anzusprechen", und man müsse von den Pfaden der psychologischen Analyse etwas seitab gehen, um sich zu überzeugen, daß man es hierbei wirklich mit derselben Art von geistiger Tätigkeit zu tun habe, die in den gewöhnlich genannten Schlüssen wirksam sei. Die Schlüsse in den mathematischen Wissenschaften nennt er auch wohl logische Induktion im Gegensatz zu den Schlüssen in der Sinneswahrnehmung, der künstlerischen Induktion, die aus einem gewissen Taktgefühl, nicht aus dem bewußten Schließen hervorgeht; sie sind Tätigkeiten, die allgemein nicht bewußt werden, sondern ohne bewußte Reflexion ausgeführt werden. Sie

sind nicht der Kontrolle der selbstbewußten Intelligenz unterworfen, und sind nicht so zuverlässig wie die geprüften bewußten Schlüsse. In ihren Resultaten sind sie diesen bewußten Schlüssen sehr ähnlich. Der Unterschied zwischen beiden Arten sei nur ein rein äußerlicher, statt Worten hätten wir die Empfindungen und Erinnerungsbilder.

Hier macht er den Unterschied zwischen Denken und Anschauung noch einmal klar. Denken ist die bewußte Vergleichung der schon gewonnenen Vorstellungen unter Zusammenfassung des Gleichartigen zu Begriffen und die bewußte Verbindung von Urteilen zu Schlüssen. Demgegenüber bezeichnet er als Anschauung eine solche Entstehung von Vorstellungen, bei denen in bewußter Weise nur der sinnliche Eindruck perzipiert wird und durch die Vorstellung von der Gegenwart des Objektes in das Bewußtsein springt, ohne daß weitere Zwischenglieder des Vorstellungskreises zum Bewußtsein kommen. Deswegen zeigen uns die Wahrnehmungen und Begriffe, „daß neben dem Wissen, welches mit Begriffen arbeitet und deshalb des Ausdrucks in Worten fähig ist, noch ein anderes Gebiet der Vorstellungsfähigkeit besteht, welches nur sinnliche Eindrücke kombiniert, die des mittelbaren Ausdrucks durch Worte nicht fähig sind. Wir nennen es im Denken das ‚Kennen'" (358-360, 1).

Wir kennen einen Menschen, einen Weg usw., wir haben die Objekte wahrgenommen und halten ihre Eindrücke im Gedächtnis fest und wir werden sie wiedererkennen, wenn sie sich wiederholen, ohne imstande zu sein, uns oder andern davon eine Beschreibung in Worten zu geben. Helmholtz stellt in Frage, ob im Vorstellungskreise des Erwachsenen überhaupt Erkenntnisse vorkommen können, die eine andere Ursprungsquelle als die bewußte Arbeit des Gedächtnisses fordern. Sie haben den „allerhöchsten Grad von Bestimmtheit und Sicherheit" (359, 1). Sie können fürs erste blitzschnell und ohne das geringste Besinnen zustande kommen und zwar so, daß sie ohne „bewußte Reflexion" ausgelöst werden. Ihr Vollzug ist unwillkürlich und drängt sich unserm Bewußtsein auf als gewonnen durch eine zwingende äußere Macht, über die unser Wille keine Gewalt hat. Zu dem „Kennen" kommt dann noch das Können hinzu. Wir kennen die Muskelinnervation, die wir aufwenden müssen, um irgendeinen Erfolg durch Bewegung unserer Körperteile zu erreichen. Es ist erst möglich, zwischen Gedachtem und Wirklichem zu unterscheiden, wenn wir das kennen, was das Ich ändern und nicht ändern kann. Dies ist der Fall, wenn ich weiß, welche gesetzmäßigen Folgen die Willensimpulse zur Zeit haben. Die Prüfung, die ich mittels der willkürlichen Bewegung meines Körpers, des „Könnens", vollziehen kann, bestimmt die Festigkeit meiner Überzeugung von der Richtigkeit der sinnlichen Wahrnehmung.

Daß die Schlüsse uns zwingend wie eine Naturgewalt gegenübertreten, ihre Resultate uns durch unmittelbare Wahrnehmung gegeben zu sein scheinen, verdrängt sie nicht aus der Reihe der bewußten logischen Schlüsse. Was wir nach Helmholtz für den Schluß willkürlich und bewußt tun können, ist die Aufsuchung des Materials für die Vordersätze. Sobald dieses Material zur Genüge vorhanden ist, wird sich uns der Schluß aufdrängen. Die Schlüsse, welche man nach Belieben ziehen könne oder nicht ziehen könne, seien nicht viel wert (361, 1).

Zeitlebens hat Helmholtz den unbewußten Analogieschlüssen die größte Aufmerksamkeit gewidmet, weil sie das Grundfundament seiner empiristischen Wahrnehmungstheorie bilden, die er an der konventionellen Symbolik unserer Sprache in Analogie mit der natürlichen Symbolik unserer Empfindungen nachweisen will. „Das erste Erlernen der Muttersprache ist offenbar ein viel schwierigeres Geschäft als jedes spätere Erlernen einer fremden Sprache. Es muß überhaupt erst erraten werden, daß diese Laute Zeichen sein sollen, und gleichzeitig muß die Bedeutung jedes einzelnen durch dieselbe Art von Induktion gewonnen werden wie die der Sinnesempfindungen. Und doch sehen wir Kinder am Ende des ersten Jahres schon einzelne Worte und Sätze verstehen, wenn sie sie auch noch nicht nachsprechen können". Die erlernte Verbindung zwischen Namen und Gegenstand wird ebenso fest wie die der Empfindungen und Objekte (363, 1). Dann und wann hat Helmholtz die Schlüsse schärfer formuliert. Scheinbar mit seiner ersten Darstellung nicht zufrieden, schreibt er 1857 an seinen Vater, das Bedürfnis zu haben, gewisse Fragen spezieller durchzuarbeiten, die von den neueren Philosophen noch nicht untersucht seien. Damit meint er die induktiven Schlüsse, durch welche wir von den Empfindungen zu den Wahrnehmungen kommen. Von der ersten Auflage seiner „Physiol. Optik" hat er die Schlußform mit einem Zusatz übernommen: Er findet den Namen auch jetzt noch bis zu einer gewissen Grenze zulässig und bezeichnend, dabei aber sehr deutlich hervorhebend, daß der Prozeß in Wirklichkeit in den Vorgängen der Assoziation sich abspiele. 602 P. O.[2]) heißt es: „So sehen wir, daß dieser Prozeß in seinen wesentlichen Teilen, soweit wir erkennen können, nur durch unwillkürliche und unbewußte Aktion unseres Denkens und Gedächtnisses vollzogen wird, dennoch imstande ist, Vorstellungsverbindungen in uns zustande zu bringen, deren Ergebnis in allen wesentlichen Zügen mit denen des bewußten Denkens übereinstimmt". Noch 1894 schreibt er, daß bei Bildung von Anschauungen die Induktionsschlüsse, gewonnen durch unbewußte Tätigkeit unseres Gedächtnisses, eine Rolle spielen.

Die Objektvorstellung, die ein Effekt eines vor aller Erfahrung gegebenen Schlusses sein soll, ist dem Helmholtzschen Kausalgesetze gleich, dem er die Fassung gibt: „Demgemäß müssen wir das Gesetz der Kausalität, vermöge dessen wir von der Wirkung auf die Ursache schließen, auch als ein aller Erfahrung vorausgehendes Gesetz unseres Denkens anerkennen" (30, 2 P. O.). Die Verlegung aller Schlüsse bei Helmholtz in das Kausalgesetz als a priori gegebenes Gesetz setzt ihn in direkten Gegensatz zu Schopenhauers intuitiven Verstandesschlüssen. Gelegentlich wurde er beschuldigt, die unbewußten Verstandesfunktionen von Schopenhauer übernommen zu haben. Das Ergebnis dieser Beschuldigung war, daß ein gewaltiger und heftiger Prioritäts- und Plagiatstreit ausbrach; inszeniert wurde dieser erbitterte Streit von Zöllner und Frauenstädt. Zöllner war kurz nach Helmholtz — Helmholtz hatte die unbewußten Schlüsse zum ersten Mal in die Debatte geworfen in seinem Vortrage „Über das Sehen des Menschen" (1855) —, ohne ihn und die Vorgänger dieser Richtung zu kennen, auf ähnlichem Wege wie Helmholtz bei der Interpretation der Sinnestäuschungen zu den unbewußten Verstandesoperationen

gekommen. Fast zu gleicher Zeit setzte mit der Prioritätsfrage die Plagiatsfrage ein. Diese ging aus von Frauenstädt, der eine Rezension zum Helmholtzschen Vortrag über das Sehen des Menschen verfaßte, in der er rühmt, daß die Gedanken des Naturforschers dieselben Ergebnisse zeitigten wie die seines Meisters [18]). — Nach dieser Auseinandersetzung hat Helmholtz den Ausdruck „unbewußte Schlüsse" vermieden, um einer Verwechslung mit Schopenhauer auszuweichen.

Wie stellt sich nun Kant zu den unbewußten Schlüssen? Kant definiert das Schließen als diejenige Funktion des Denkens, wodurch ein Urteil aus einem andern hergeleitet wird. Der Schluß ist also die Ableitung eines Urteils aus einem andern. Er unterscheidet mittelbare und unmittelbare Schlüsse. Erstere sind die Verstandesschlüsse, letztere die Vernunftschlüsse oder Schlüsse der Urteilskraft. Diese kantischen Schlüsse, die rein aus der Tätigkeit des urteilenden Geistes stammen, würden den Helmholtzschen bewußten logischen Schlüssen in der Mathematik entsprechen und ihnen in ihren Resultaten gleichkommen, in ihrer Art würden sie ihnen kongruent sein. Die unbewußten Schlüsse der Wahrnehmung (künstlerische Induktion), die syllogistisch gefaßt werden durch die Assoziation unbewußter Vorgänge, sind logische Formbildungen von assoziativen Gedächtniswirkungen, bei denen der Obersatz meist durch undeutlich bleibende Erinnerungen, der Untersatz durch den neuen sinnlichen Eindruck, der Schlußsatz durch den nicht sprachlich formulierten Wahrnehmungsbestand vertreten ist. Das Unbewußte in diesen Schlüssen entspricht in etwa der verworrenen, undeutlichen Vorstellung Kants. Der Unterschied zwischen undeutlicher und deutlicher Vorstellung ist bei Kant nur ein logischer, er betrifft nicht den Inhalt (67 K. r. V.). Für den Kritiker Kant ist es einfach unmöglich, den Schluß als Beweis für die Existenz der Außenwelt anzuerkennen wie Helmholtz es tut. Erstens würde der Schluß von einer gegebenen Wirkung auf die bestimmte Ursache unsicher sein, weil unsichere Ursachen diese einzige Wirkung hervorgebracht haben könnten; zweitens gehört die Ursache der inneren oder der äußeren Walt an. Der Philosoph läßt die innere Erfahrung erst durch sie möglich werden, der Naturforscher behauptet das Gegenteil. Die innere Erfahrung erzeugt erst allmählich die äußere. Zunächst gehören die Empfindungen und Objektvorstellungen der inneren Welt an und werden dann auf die äußere übertragen.

Mit Hinweis auf die logischen Schlüsse, die seinem aus psychologischem Taktgefühl entspringenden, auf assoziativen unbewußten Vorgängen beruhenden Induktionsschlüssen gleich sein sollen, ist viel polemisiert worden. Er teilt die Kausalschlüsse von vorherein den induktiven Schlüssen zu. Es ist kein bewußtes Schließen, das des Ausdrucks in Worten fähig wäre; sie werden ohne bewußte Reflexion ausgeführt, sind als solche deshalb niemals so zuverlässig wie die des bewußten Denkens. In ihren Resultaten sind sie durchaus den logischen Schlüssen gleich. In dieser Gleichstellung muß der Obersatz induktiv sein, die Untersätze,

---

[18]) Näheres über diesen Streit s. bei Conrat: Hermann von Helmholtz' psychologische Anschauungen. Halle 1904, Teil 4. Ergänz. Abschnitt, Kap. 13, in dem er diesen so aufsehenerregenden Streit bis in alle Einzelheiten schildert, S. 229 f.

die neuen Eindrücke oder gegenwärtig eintretenden Wahrnehmungen dürfen von ihm nicht auf seinen induktiven Gehalt untersucht werden.

Bei allen seinen Schlüssen handelt es sich nicht um die Einflüsse der assoziationspsychologischen Richtung Johannes Müllers, sondern meist um die rein assoziativen Gedächtniswirkungen. Der allen Sinneswahrnehmungen zugrunde liegende Schluß auf die wirkende Ursache der Objekte der Außenwelt bildet das Kausalgesetz, von dem alle Induktionen erst ausgehen. Das Kausalgesetz selbst ist nicht induktiv, sondern eine formal apriorische Bedingung.

III. Die Raumtheorie.

a) Der Raum allgemein.

Aus der Darstellung des Helmholtzschen Raumproblems läßt sich die Schwierigkeit, mit der der exakte Naturforscher zu kämpfen hat, leicht erkennen. Wir sind weit entfernt, die psychischen Erscheinungen, zu denen die Raumvorstellung gehört, auf eine naturwissenschaftliche Weise zu erklären. Trotzdem er sich auf seine empiristische Methode versteift, kann er nicht verkennen, daß er von ihrer Schwäche bei der Behandlung des Raumproblems innerlich überzeugt ist, wenn er es auch nicht ausdrücklich eingesteht. Die Möglichkeit, eine empiristische Theorie überhaupt zu leugnen oder absolut zu behaupten, würde mehr von der persönlichen Neigung abhängen als von einer wissenschaftlich begründeten Beweisführung. Die Theorie, den Raum und dessen Bestimmungen, die Axiome, empirisch zu begründen, ist ein wichtiger Punkt seiner erkenntnistheoretischen Untersuchungen. Kant hatte Raum und Zeit als a priori gegebene Formen der Anschauung hingestellt. „Der Raum ist eine notwendige Vorstellung a priori, die allen äußeren Anschauungen zum Grunde liegt" (51 K. r. V.). Oder: „Der Raum ist nichts Anderes, als nur die Form aller Erscheinungen äußerer Sinne, d. i. die subjective Bedingung der Sinnlichkeit, unter der allein uns äußere Anschauung möglich ist" (ebd. 54). Teilweise glaubt Helmholtz dieser Kantschen Meinung beipflichten zu müssen, und ohne Gewissensbisse den Standpunkt vertreten zu können, daß auch die Naturwissenschaft bis zu einem gewissen Grade mitgehen könne, besonders die Psychologie. Allenthalben versucht er, wie wir noch sehen werden, die Raumvorstellung in die Zwangsjacke der Physiologie zu stecken. Der Grund dafür ist die Verwechslung des philosophischen terminologischen Apparats Kants, den er mit Vorliebe unter irgendeiner Motivierung auf das physiologisch-psychologische Gebiet überträgt. Eine Anschauungsform ist der Raum, weil er alles das als Außenwelt zusammenfaßt, was wir wahrnehmen. Insofern ist er für Helmholtz a priori, als die Wahrnehmung an innere motorische Willensimpulse unseres Muskel- und Nervensystems gebunden ist, für die die körperliche und geistige Tätigkeit durch unsere Organisation gegeben sein muß. Im Laufe der Zeit soll sich diese Organisation herausentwickelt haben. Deshalb ist sie bei jedem Menschen von Geburt an sofort vorhanden. Ebenso wie durch die Sinnesempfindung und die Wahrnehmung die Außenwelt mühsam durch tausendfältige Erfahrung richtig erkannt wird, so ist es auch mit der Raumanschauung. Entwickelt wird letztere durch unbewußte Vergleichung individuell subjektiver Impulse bezüglich unserer Bewegungen zu den ob-

jektiven Bewegungen im Raume. Das alles aber ist eine volle Verkennung Kants und seine Verkehrung ins Psychologische und Physiologische. Kant wollte nur zeigen, wie Raum und Zeit logische bzw. transzendentale Bedingungen der allgemeingültigen und notwendigen Erkenntnis sind. Apriori ist für Kant nichts Naturhaftes, sondern ein Transzendentales, d. h. allgemeine und notwendige Erkenntnis Ermöglichendes.

Helmholtz hält aber wie Kant an der subjektiven Apriorität fest, wenn er gelegentlich sagt, Kants Lehre von den a priori gegebenen Formen der Anschauung sei ein sehr glücklicher und klarer Ausdruck des Sachverhältnisses, aber diese Formen müßten inhaltsleer und frei genug sein, um jeden Inhalt . . . . in sich aufzunehmen (152 Schl.). Hiermit will Helmholtz sagen, daß die räumlichen Bestimmungen rein subjektiv seien, ebenso wie die Sinnesqualitäten. Endgültig versucht er in seinem Vortrag „Die Tatsachen in der Wahrnehmung" die Subjektivität des Raumes zu begründen und klarzustellen.

Wie steht es nun mit der Zeit als Anschauungsform? In welchem Verhältnis steht sie bei Helmholtz zum Raume? Die Zeit hat bei ihm den Ausdruck jeglicher Anschauungsfom verloren. Sie ist nur noch der Garant für die Übereinstimmung der Sinnesempfindung mit der Außenwelt. In den Zeitverhältnissen der Wahrnehmungen spiegelt sich das Abbild zu den Zeitverhältnissen der äußeren Vorgänge wider. Helmholtz scheint sich selbst nicht klar über diesen Punkt gewesen zu sein, denn sonst würde er nicht selbst dauernd unsicher gewesen sein in der kausalen Begründung des Raum- und Zeitproblems.

Mit dem Raum- und Zeitproblem hat Helmholtz die gesamte damalige Welt auf sich aufmerksam gemacht; in erster Linie durch seine Stellung zur Riemannschen Hypothese. Jede Betrachtung, die sich mit dem Raumproblem beschäftigt, muß davon ausgehen, daß die Raumvorstellung einen einheitlichen und unveränderlichen Bestandteil unseres Bewußtseins ausmacht. Bei jeder räumlichen Wahrnehmung wird das an einem bestimmten Ort Wahrgenommene klar unterscheidlich von dem Orte selbst. In der Fassung dieser Darstellung steht er Kant nahe, der von der Tatsache ausgeht, daß man sich niemals vorstellen könnte, daß kein Raum sei, sich aber wohl den Raum ohne Gegenstände denken und vorstellen könnte, ohne daß der Raum dadurch eine Veränderung erlitte (51 K. r. V.). Veränderlich am Raume ist nach Helmholtz nur, was am einzelnen Orte gesehen wird, und die Teile, die durch eine sinnliche Markierung herausgestellt werden, während der Raum in seiner Gesamtheit gleichbleibt (461, 3). Durch diesen Hinweis sind wir zur Einheit der Raumvorstellung gelangt, Kries hebt hervor, „daß der Raum etwas darstellt, was wir an der optischen Wahrnehmung als ein Besonderes und als ein in allem Wechsel des Wahrgenommenen sich konstant Erhaltendes herausheben können" (460, 3, P. O.).

Die Klippe seiner Raumtheorie ist die Lokalisation, d. h. die Frage: An welcher Stelle und in welcher räumlichen Anordnung steht der Empfindende zu den in räumlicher Anordnung zum Bewußtsein kommenden Gesichtsempfindungen und Wahrnehmungen? An dieser Frage sind seine Untersuchungen gescheitert. Tatsächlich hat er es nicht fertig gebracht, den Begriff Raum aus seiner ursprünglichen Einstellung heraus abzu-

leiten. Die Wahrnehmung des Raumes aus ihren subjektiven Bestimmungen heraus zu definieren, ist ihm stets ein großes Rätsel geblieben. Ehrlich muß er sich zugestehen, daß weder Lokalzeichen noch Innervationsgefühle imstande sind, als die bestimmenden Faktoren der Wahrnehmung, Aufschluß zu geben über Ursprung und Natur der Raumvorstellungen und des Raumes überhaupt. Letztere bewirken nur, daß wir den Raum als solchen und die räumlichen Eigenschaften der Objekte wahrnehmen. Sich näher über den Begriff Raum auszudrücken, hat er wahrscheinlich wegen der heftigen Befehdung vom Nativismus her vermieden.

Die gesamte Darstellung seiner Lokalzeichenlehre ist sinnlos, wenn er nicht den Begriff Raum voraussetzt, gleich in welcher Weise. Um die Lokalzeichen kann er nicht herum, Läßt er sie fallen, kommt er überhaupt zu keiner Raumanschauung mehr. Andere Autoren dagegen nehmen auf Grund ihrer Untersuchungen an, daß wir ohne Lokalzeichen zur Raumanschauung kommen könnten. Sie sind der Meinung, daß das neugeborene Kind eine auf phylogenetischer Basis ererbten Fähigkeit zu lokalisieren besitze, daß es diese Fähigkeit im Laufe der Jahre durch die Erfahrung entsprechend weiterausbilde. Ob Helmholtz diese Versuche an Neugeborenen geprüft hat, darüber schweigt er. Wir sehen, daß seine empiristische Grundlage, die sich auf die Hypothese der unbestimmt gelassenen Lokalzeichen der einzelnen Netzhautfasern und die unbestimmte Tätigkeit des Sinnengedächtnisses stützt, nicht ausreichend ist für seine Beweisführung des Raumbegriffes in empirischer Darstellung. Ist ihm die empirische Beweisführung nicht ganz gelungen, so ist doch die Helmholtzsche Apriorität des Raumes grundverschieden von der kantischen. Die Vorwürfe, die er Kant zuweilen macht, sind durchaus nicht stichhaltig. Die Entgegenhaltung z. B., es unterlassen zu haben, abzuleiten, wieviel in unseren räumlichen und zeitlichen Verhältnissen aus der Erfahrung stamme, besteht gänzlich zu Unrecht. Helmholtz verlangt von Kant *genetische* Ableitung psychologischer Gesetzmäßigkeit. Das aber will Kant *nicht*. Da Kant die Anschauungsformen Raum und Zeit als a priori angenommen hatte, war eine weitere Untersuchung für ihn sinnlos. Ein weiterer Unterschied bei beiden Denkern liegt darin, daß für Helmholtz der Raum als Anschauungsform so inhaltsleer sein müsse, daß er jeden beliebigen Inhalt in sich aufnehmen könne. Er schreibt dem Raum nicht nur formalen, sondern auch inhaltlichen Charakter zu, aber gerade gegen den Inhalt sträubt sich Kant. Dem Kritiker reichen die Anschauungsformen allein zur vollständigen Raumkenntnis nicht aus, vielmehr müssen noch die sinnlichen Eindrücke hinzukommen, die den Anschauungsformen unterstehen, und dann durch das Denken zu einheitlichen gegenständlichen Erkenntnissen geformt werden. Erst diese Vereinigung von Anschauen und Denken kann den Gegenstand der Erkenntnis erzeugen. Begriffe ohne Anschauungen sind nach Kant leer; Anschauungen ohne Begriffe blind. Die Synthese kann nur richtige Erkenntnis bringen. Dabei ist zu betonen, daß für Helmholtz als Naturwissenschaftler die transzendentale Realität des Raumes feststeht, ehe er an seine erkenntnistheoretischen Untersuchungen herangeht. Statt das Problem der Realität und Idealität vorerst zu untersuchen, setzt er den Raum einfach als

transzendentale Realität voraus und verlegt dadurch das Raumproblem fast ganz in das Psychologische.

Die erhebliche Lücke, die sich in der Anwendung des Empirismus auf die Raumanschauung einstellt, setzt da ein, wo er sich genötigt sieht, neben den Lokalzeichen auch die Raumvorstellung als solche als gegeben vorauszusetzen. Jeder, der irgendwie auf unüberbrückbare Schwierigkeiten in der Beweisführung seiner Theorie stößt, sucht durch Ausflüchte seine Fehlerquellen künstlich zu überbrücken, um sein System trotzdem als gelungen und einzigartig hinzustellen. So ist es auch bei Helmholtz der Fall. Er macht den Tastsinn für die angeborenen Verhältnisse der Raumanschauung verantwortlich. Der Tastsinn kann nach ihm vollständige Raumanschauung hervorbringen. Der Blinde berührt nicht nur die Gegenstände, sondern tastet sie ganz vorsichtig ab, um sich von den Begriffen ein genaues Bild zu verschaffen. Wenn ich den tastenden Finger an den Objekten entlangführe, lerne ich die Reihenfolge kennen, in der sich die Eindrücke darbieten, gleich mit welchem Finger ich taste. Auf diese Weise würden wir keine linienförmigen Reihen erhalten, sondern ein flächenhaftes Nebeneinander (nach Helmholtz) oder mit Riemann eine Mannigfaltigkeit zweiter Ordnung. Das heißt: ich kann den Finger wahllos herumführen, brauche kaum bestimmte Strecken vorwärts oder rückwärts zu durchlaufen, um vom einen zum andern zu kommen. „Der tastende Finger freilich kann noch mittels anderer motorischer Impulse als die, welche ihn längs der zu tastenden Fläche verschieben, von einem Punkt zum andern kommen, und verschiedene tastbare Flächen verlangen verschiedene Bewegungen, um an ihnen zu gleiten. Darum ist für den Raum, in dem der Tastende sich bewegt, eine höhere Mannigfaltigkeit verlangt als die tastbare Fläche, es wird die dritte Dimension hinzutreten müssen. Durch die Fläche kann nur ein Raum von 3^n Dimensionen abgeschlossen werden, nicht einer von 4. Eine geschlossene Fläche„ die wir kennen, teilt den Raum vollständig (120 Schl.). Damit soll die mathematische Formulierung gegeben sein, wie Schlick sich in einer Anmerkung zu T. i. W. S. 160 ausdrückt, „ein Continum von n-Dimensionen ist dadurch charakterisiert, daß es durch ein (n-1) dimensionales Continuum vollständig zerlegt werden kann". Auf dieser Darstellung beruht die Erkenntnis des bestehenden Nebeneinander. Die eigentümlichen Bestimmungen unserer Raumanschauung sind alle aus der einen Quelle abzuleiten, daß wir imstande sind, die auf räumliche Objekte bezüglichen Empfindungen durch motorische Impulse zu ändern. Alle Raumbeziehungen bezeichnet er als „veränderliche Beziehungen zwischen den Substanzen", wobei er unter Substanzen die Gegenstände der Tast- und Gesichtswahrnehmung versteht. Die veränderlichen Beziehungen sind dabei nicht abhängig von der Qualität und der Masse der Substanzen, im Gegensatz zu allen anderen reellen Beziehungen zwischen den Gegenständen, die nur durch ihre Eigenschaften charakterisiert sind. Diese Veränderungen der räumlichen Beziehungen zwischen den Objekten sind charakterisiert durch die Unabhängigkeit der möglichen Reihenfolge von Empfindungen der Qualitäten der Sinneseindrücke und der bewegten Sinnesorgane und ebenfalls durch den Verlauf dieser Folge in wiederholten Wahrnehmungen. Dies sind die sogenannten Raumveränderungen. Helmholtz demonstriert

an dem Menschen ohne alle Erfahrung und Raumanschauung und ohne Kenntnis der Wirkungen seiner Innervation, wie allmählich durch die Erfahrung die Vorstellung „von einem dauernden Bestehen von Verschiedenem gleichzeitig nebeneinander" gewonnen werden kann (226, 2). „Das ‚Nebeneinander' ist eine Raumbezeichnung, aber sie ist gerechtfertigt, da wir das durch Willensimpulse geänderte Verhältnis als ‚räumlich' definiert haben" (ebd.). Helmholtz nennt die räumlichen Wahrnehmungen, die in einer bestimmten Zeit, durch eine gewisse begrenzte Gruppe herbeizuführen sind, die „zeitweiligen Präsentabilien". Dagegen nennt er „präsent" den Empfindungskomplex, der gerade perzipiert wird. Auf diese Weise erscheint „jedes Einzelne aus der Gruppe der zeitweiligen Präsentabilien als bestehend in jedem Augenblick dieser Zeitperiode". Er hat es beobachtet in jedem einzelnen Augenblick, wo er es gewollt hat. Er hätte es aber auch in jedem dazwischenliegenden Augenblicke beobachten können.

Alle seine Ausführungen in dieser Richtung enthalten die korrelative Arbeit von Gesichts- und Tastsinn. Für ein Weiterkommen in seiner empiristischen Erklärung der Raumvorstellung sind sie nicht von Belang Beide Sinne zwingen ihn, einen bestimmten Grad von angeborenem Mechanismus vorauszusetzen, eine besondere Disposition unserer seelischen Fähigkeiten, die gewisse Gruppen äußerer Reize räumlich zu deuten weiß. Empirisch sei der Raum zu nennen in der Hinsicht, daß wir seinen Inhalt in geometrischen Sätzen ausdrücken könnten, die er aus der Erfahrung ableiten will. Wendet Helmholtz die Kantschen Termini mehrfach um oder modernisiert sie, halte ich es doch für übertrieben zu sagen, wie Goldschmidt [19]) es tut, daß es keine Stelle in der Kritik der reinen Vernunft gebe, die mit der Helmholtzschen Ansicht verträglich wäre, oder wie Höller [20]), daß die streng erkenntnistheoretische Auffassung Kants im Rahmen der Helmholtzschen Lehre zur Karikatur würde.

b) Der Raum in seiner Besonderheit.

Kant setzt den euklidischen Raum als den der menschlichen Anschauung voraus. Er ist die apriorische Anschauungsform und ermöglicht als apriorische die allgemeingültige und notwendige Erkenntnis in der Mathematik. Das ist seine transzendentale Bedeutung.

Der Punkt, der beide Denker in der Ermittlung des Raumbegriffes auseinandergebracht hat, ist die verschiedenartige Auffassung von Anschauung und Erfahrung. Nach Kants scharf rational aufgestellten Sätzen ist die Erkenntnis der Raumvorstellung a priori, sie findet unabhängig von aller Erfahrung statt. Kant scheidet streng zwischen Anschauung und Empfindung. Anschauung und Empfindung stehen sich direkt gegenüber. Erst in ihrer Synthese erzeugen sie Erkenntnis. Gegenständliche Erkenntnis ist für Kant das Produkt des in Raum und Zeit

---

19) Ludwig Goldschmidt: Kant und Helmholtz. Hamburg 1898. Einleitung, S. VIII.

20) Hubert Höller: Der Gegenstand der Sinneswahrnehmung bei Aristoteles und Helmholtz. Gießen 1925, S. 45; ebenfalls vgl. Walter Pielert: Die erkenntnistheoretische Ansicht bei Helmholtz und Fick. Halle 1924. Ferner Karl Siegel: Versuch einer empirischen Darstellung der räumlichen und geometrischen Grundbegriffe; Derselbe: Die Entwicklung der Raumvorstellung.

als Anschauungsform geordneten Materials der Empfindung und der darauf angewandten apriorischen Verstandesbegriffe. Rezeptivität der Anschauung und Spontaneität des Verstandes gehören zusammen. Ohne Sinnlichkeit wird uns kein Gegenstand gegeben sein, ohne Verstand könnte keiner gedacht werden. Nur insofern die Dinge uns erscheinen, d. h. Gegenstände der Sinnlichkeit sind, kommt ihnen Räumlichkeit und das, was daraus folgt, zu. Kant lehrt somit die Realität des Raumes in Anschauung alles dessen, was als Gegenstand der Erscheinung uns vorkommen kann; aber zugleich auch die Idealität des Raumes in Anschauung der Dinge an sich selbst, d. h. der Dinge ohne Rücksicht auf die Beschaffenheit unserer Sinnlichkeit und unserer Formung durch die Verstandesbegriffe. In Bezug auf die Dinge als Erscheinung hat der Raum empirische Realität, während er betreffs der Dinge an sich nur subjektive und transzendentale Idealität besitzt (56 K. r. V.).

Nach Kant kommt Erfahrung erst zustande, wenn Wahrnehmung durch apriorische Verstandesbegriffe zu einem allgemeingültigen Urteile verknüpft werden. Bei Helmholtz ist sie nur eine Anpassung an die in der Außenwelt waltenden Verhältnisse [21]). Sie ist der Inbegriff psychischer Tätigkeiten. Bei Kant liefert die Rezeptivität der Sinnlichkeit erst das Material der „Erfahrung", d. h. der wissenschaftlich-gegenständlichen Erkenntnis.

Helmholtz versteht unter Raumvorstellung schlechthin die Vorstellung von einem dauernden Bestehen von Verschiedenem gleichzeitig nebeneinander. Dieses Nebeneinander enthält noch keine Maßbestimmungen, d. h. wie bei Kant die Axiome, die geometrischen Bestimmungen. Das Raumbild difiniert er, wie im vorangegangenen Abschnitt gezeigt, als die veränderlichen Beziehungen zwischen den Substanzen. Die Räumlichkeit ist vorwiegend bestimmt durch die Sinneswahrnehmung unserer willkürlichen Bewegung. Unsere willkürlichen Bewegungen bedingen nicht nur den Gegenstand selbst mit seinen hylogenen und topogenen Momenten, sondern durch die Apriorität der Raumvorstellung überhaupt. Die Raumanschauung an sich behält nach Helmholtz den apriorischen Charakter der transzendentalen Anschauungsform im Sinne Kants. Dieses Apriori hat bei Helmholtz nicht mehr den ursprünglichen Sinn. Für Kant war das Apriori das „Allgemeingültige" und „Notwendige", bei Helmholtz bekommt es mehr den Sinn von „angeboren". Die Schätzung der Entfernung, die Wahrnehmung der Tiefendimensionen, die Empfindung, das Gleichzeitig- und Zu-verschiedenen-Zeiten-Sein der Gegenstände, alles überhaupt, was der räumlichen Anschauung angehört, ist ein Produkt der Erfahrung. Mit der Zeit lernen wir alle auf die Raumanschauung sich beziehenden Akte unbewußt und automatisch ausführen. Die Bilder, die äußere Gegenstände auf unsere Netzhaut werfen, liegen übereinander; daß wir die Gegenstände nicht als nebeneinander, sondern als hintereinander befindlich erkennen und von der flächenhaften Wahr-

---

[21]) Der Helmholtzsche Erfahrungsbegriff stützt sich auf die Hypothese seines Zeichensystems, damit auf die eindeutige Zuordnung, das heißt den Bezug der Welt des Wirklichen auf die Welt unserer Empfindungen. In diesem Bezuge ist das Gesetz der Zuordnung, das Kausalgesetz, eine absolut notwendige Voraussetzung, ohne die keine Erfahrung möglich ist.

nehmung zu einer Vorstellung der Tiefe des Raumes kommen, ist nicht eine Sache der Empfindung, sondern der Erfahrung und des Verstandes. Die Vorstellung von der Tiefe erhalten wir dadurch, daß wir uns im Raume bewegen, die Bilder des Raumes sich verändern und daß wir durch die eigene Ortsbewegung einen Begriff von der Entfernung bekommen.

Wenn Kant sagt: Raum und Zeit sind Anschauungen, die wir von vornherein, a priori, haben, so will er sicher damit nicht sagen, sie seien angeboren. Die Frage, wie, wann und wo Raumvorstellung in der Seele des Kindes zustande kommt, liegt nicht im Bereich des Kritikers. Er will nicht die Frage der Entstehung der wissenschaftlichen Erfahrung, sondern den fertigen Bestand untersuchen. Wenn Helmholtz Kant den Vorwurf macht, er wolle nur das reine Denken untersuchen, so ist er auf dem Irrweg. Denn gerade die Erfahrung steht im Mittelpunkt des Kantschen Denkens. Alle Erkenntnis fängt für ihn mit der Erfahrung an, aber nicht alle Erkenntnis stammt aus der Erfahrung. „Der Raum ist kein Gegenstand äußerer Empfindung, sondern ein Grundbegriff, der die Erscheinungsobjekte erst möglich macht". Daß der Raum nicht angeboren ist, betont Kant schon in seiner Abhandlung „de mundi sensibilis...". Der Raum ist die unveränderliche „Grundform", die durch die eigene Tätigkeit der Seele, die nach ewigen Gesetzen ihre Empfindungen ordnet, nur durch Anschauung erworben werden kann, veranlaßt durch die Empfindungen. Angeboren ist nur das „ordnende Gesetz" der Seele.

Unter reiner Anschauung im Gegensatz zur Erfahrung ist die aus der Erfahrung nicht ableitbare Anerkennung gewisser Gesetzmäßigkeiten zu verstehen, die von der Physik nicht bewiesen, sondern als Bedingung zugrunde gelegt werden. Helmholtz ist die Anschauung Produkt und nicht Bedingung der Erfahrung. Aus dieser ungenauen Auffassung der Begriffe Anschauung und Erfahrung entstand der Gedanke, sobald er sich eindeutig klar geworden über die Prozesse, die, wie aus der Empfindung die Anschauung entsteht, die geometrischen Sätze auf dieselbe Weise aus der Erfahrung abzuleiten. Auf Anschauung muß nach Kant all unser Denken beruhen, sonst ist es gegenstandslos. Kant setzt die Erfahrung den empirischen Wissenschaften, Mathematik und Physik, gleich, welche ideale anschauliche Gebilde als Bedingung voraussetzen, ohne sie beweisen zu können, die aber apodiktisch gültig sind. Die Helmholtzsche Wahrnehmungstheorie lehrt uns, wie aus der Empfindung die Anschauung entsteht. Als Anschauung bezeichnet er die von den sinnlichen Empfindungen abgeleitete Wahrnehmung, von der nachgewiesen ist, daß sie auf Erfahrung beruht. Der Anschauungsbegriff bei Helmholtz ist viel umfangreicher als bei Kant. Die Anschauungen unter sich sind aufs Engste miteinander verknüpft und gehören mit zu den Anschauungsformen, während sie bei Kant mit zum Inhalt zählen, also unabhängig von der Anschauung selbst sind. Helmholtz faßt den Raum als Denkform auf, Kant als Anschauungsform, d. h. Helmholtz leitet aus den verschiedenen Raumbegriffen alle sinnlichen Begriffe ab und gelangt so zur Anschauung des Raumbegriffes. Kant entwickelt dagegen den Begriff aus der Anschauung, deren Gesetze er nach den Gesetzen des Denkens ordnet, aus dem Grunde auch keinen anderen Raum-

begriff ausbilden kann als den unsern, der für uns eine Anschauungsnotwendigkeit darstellt. Helmholtz gibt zu, daß wir wegen unserer Konstitution uns nur den 3^n - Raum vorstellen können, aber da er die logische Möglichkeit anderer Räume zugibt, glaubt er auch fest an ihre Vorstellung.

Er stellte die logisch denkbaren Gesetze anderer Räume auf, jedoch bezogen auf Teile unseres Dreidimensionenraumes. Tatsächlich haben die Fortschritte der Mathematik, die es rein an sich mit ideal-gedanklichen Konstruktionen zu tun hat, nachgewiesen, daß nicht nur der stetige 3^n-Raum der euklidischen Geometrie widerspruchslos denkbar ist. Sie nimmt die Möglichkeit eines nicht euklidischen Raumes an. Der euklidische Raum ist nur ein Spezialfall unendlich vieler denkbarer Raumgebilde, die sich nicht auf dem Parallelenaxiom der euklidischen Geometrie aufbauen. Metamathematisch heißen demnach die Raumtheorien, nach welchen unsere Raumanschauung nur eine unter andern möglichen Arten, unser dreidimensionaler, ebener, euklidischer Raum nur ein Spezialfall unter andern n-dimensionalen Räumen ist. Die nichteuklidische Geometrie fundiert auf der Abänderung des Parallelenaxioms. Für sie gibt es zu jeder Geraden zwei Parallelen oder mehrere. Aus diesen Erwägungen leitet Riemann dann den empirischen Charakter des Raumbegriffes ab, der später von Wundt angefochten wurde. — Wie Helmholtz dies macht, soll kurz zur Darstellung kommen. Einleitend sei bemerkt, daß die von Beltrami angegebene Methode, sich metamathematische Räume vorzustellen, große Übung in der analytischen Methode, der perspektivischen Konstruktionen und optischen Erscheinungen voraussetzt [22]).

Seine metamathematischen Räume [23]) sind rein logischen Ursprungs. Zu ihrer Entwicklung geht Helmholtz von der Fläche aus, deren freie Beweglichkeit im Raume er voraussetzt, Durch die freie Beweglichkeit einer Figur im Raume, ohne dabei ihre Flächendimension zu verändern, erscheint uns die Fläche entweder als Ebene oder Kugel oder pseudosphärische Fläche. Das Charakteristikum für dieses einzelne Raumgebilde ist ihr Verhalten den drei geometrischen Grundsätzen gegenüber, dem ersten Axiom, das zwischen zwei Punkten nur eine kürzeste Linie, unterscheidet die Kugel von der Ebene und der Pseudosphäre. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich zwischen Ebene und sphärischem Raum. Lassen sich die Anschauungen dieser räumlich verschiedenen Merkmale nicht sinnlich vorstellen, gestattet uns doch die analytische Geometrie, ihre Gesetze aufzustellen, nach denen uns die Bilder einer solchen Welt bei genauer Beobachtung erscheinen würden. Als Beispiel führt er die Welt an, wie sie einem Beobachter in einem Konvexspiegel erscheinen würde. Alle Bilder liegen in eng begrenzter Entfernung hinter dem Spiegel. Horizont, Sonne und Himmel bilden die Entfernungsgrenze.

---

[22]) Hierzu vgl. das Kapitel über Helmholtz in Laas: „Idealismus und Positivismus", Bd. 3, S. 581.

[23]) Über die Bedeutung der metageometrischen Entdeckungen, den Gegensatz der analytischen und synthetischen Erkenntnis des Raumes und der Problematik des Maßbegriffes für die Erkenntniskritik siehe bei Görland das Kapitel: Die erkenntniskritische Problematik der nichteuklidischen Geometrie, S. 94—109.

Zwischen diesen und der Oberfläche des Spiegels liegen alle anderen vor ihm liegenden Bilder. Die Gegenstände erscheinen umso mehr verkleinert und abgeplattet, je ferner sie vom Spiegel liegen. Dennoch wird jede gerade Linie durch eine Linie im Bilde, jede Ebene durch eine Ebene dargestellt. Das Bild eines Mannes, der mit seinem Maßstab eine von dem Spiegel sich entfernende gerade Linie abmißt, würde mitsamt seinem Maßstabe immer mehr zusammenschrumpfen, je mehr das Original sich entfernt. Aber der Mann im Bilde würde genau dieselbe Zahl von Zentimetern herauszählen wie der Mann in der Wirklichkeit — alle Kongruenzen würden in den Bildern bei wirklicher Aneinanderlegung der betreffenden Körper ebenso passen wie die in der Außenwelt. Ähnliche Bilder würden wir erhalten, wenn wir eine Konvexlinse von negativer Brennweite vor die Augen nähmen. Der sinnliche Eindruck würde derselbe sein bei einem pseudosphärischen Raume, solange Beobachter und beobachtete Objekte sich nicht bewegen, und würde so wirken, als wenn wir Beltramis kugeliges Modell im euklidischen Raume vor uns hätten, wobei der Beobachter sich im Mittelpunkt befände. Sowie aber der Beobachter seinen Standpunkt wechsele, würde das Zentrum der Kugel mit dem Beobachter wandern müssen und die ganze Projektion sich verschieben. In ähnlicher Weise sehen wir auch nur nach quantitativ abwechselnden Verhältnissen in unserer objektiven Welt die perspektivische Lage und die scheinbare Größe der Objekte von verschiedener Entfernung wechseln,. sowie der Beobachter sich bewegt. Helmholtz sucht eine hinreichende analytische Voraussetzung für die euklidische Theorie zu geben, die er auf die Hypothese gründet, daß das Krümmungsmaß des ebenen Raumes gleich Null sei. Nur Räume mit diesem konstanten Krümmungsmaß, also dreidimensional, würden unserer sinnlichen Anschauung zugänglich sein. Von den Räumen mit vier Dimensionen sagt er, daß sie wegen unserer Organisation nicht vorstellbar seien. Wäre die Möglichkeit da, mehrdimensionale Räume vorzustellen, würde es eine kaum zu vermeidende Konsequenz sein, unseren Raum in einen vierdimensionalen zu setzen. Mit dieser Entwicklung sind wir zum Kernproblem seiner Raumuntersuchung gelangt. Die Anschauung der Außenwelt als einer räumlich-zeitlichen lag ihm am Herzen festzustellen, wie wir zur Kenntnis des objektiven Raumes kommen können. Oder wie Heyfelder es formuliert: „Ihm war die transzendentale Gültigkeit des Raumes etwas Selbstverständliches, und er suchte danach, wie die Erfahrung als psychischer Vorgang es zu einer Erkenntnis des Physisch-Realen bringen könne“ (20, Heyfelder). Ist Helmholtz ein eifriger Verfechter der nichteuklidischen Geometrie, so stellt er sich doch, wie vorhin gezeigt, in etwa auf den Boden Kants und erkennt die Apriorität des Raumes im allgemeinen an. Die Apriorität ist für ihn gebunden an die Möglichkeit motorischer Willensimpulse, die uns unmittelbar und vor aller Erfahrung gegeben sind. Kant würde jedenfalls diese Ableitung nicht billigen. Apriorisch im Sinne Kants ist nicht identisch mit „fertig“, sondern heißt, daß die Entstehung unabhängig von aller Erfahrung zustandekommen müsse.

a) Die geometrischen Axiome.

Kant betrachtet die Anschauungsformen als a priori, denn jede geordnete Erfahrung enthält sie und setzt sie auch voraus. Nur mit ihrer Hilfe können die Empfindungen zu Wahrnehmungen umgeformt werden. Da ihm Raum und Zeit apriorische Anschauungsformen sind, müssen auch ihre Gesetze absolut notwendig und ewig sein. Der Raum in seiner Vorstellung als Gegenstand birgt mehr als die bloße Form der Anschauung in sich, nämlich „Zusammenfassung des Mannigfaltigen", so daß uns die Form der Anschauung nur „Mannigfaltiges", gibt, die formale Anschauung dagegen eine Einheits-Vorstellung liefert. Diese Einheit geht allen Begriffen vorher und setzt eine „Synthesis", nicht den Sinnen angehörig, aber doch alle Begriffe von Raum und Zeit erst möglich machend. Zu seiner Vorstellung bedarf der bestimmte Raum einer „Konstruktion", d. i. eine Zusammensetzung des Mannigfaltigen. „Geometrie ist die Wissenschaft, die die Eigenschaften des Raumes synthetisch und a priori bestimmt" .... „die geometrischen Axiome sind insgesamt apodiktisch, d. i. mit dem Bewußtsein ihrer Notwendigkeit verbunden" (53 f. K. r. V.). Helmholtz dagegen sich auf Riemann stützend, der annimmt, daß nicht nur die Axiome der Geometrie, welche die Maßverhältnisse des Raumes bedingen, sondern auch die Raumvorstellung selbst empirischen Ursprungs sei, beschränkt sich auf die Annahme, daß nur die geometrischen Axiome empirische Voraussetzungen über die Konstatierung von Kongruenz fordern, insofern also rein empirisch seien; und damit wird die Geometrie bei ihm zur „physischen Geometrie". Er sagt: „Meine Untersuchungen über die räumlichen Anschauungen im Gesichtsfelde haben mich veranlaßt, auch über die Frage nach dem Ursprung und dem Wesen unserer allgemeinen Anschauungen vom Raum Untersuchungen anzustellen. Die Frage war zunächst die: Wieviel von den Sätzen der Geometrie hat objektiv gültigen Sinn, wieviel ist im Gegenteil nur Definition oder Folge aus Definitionen oder von der Form der Darstellung abhängig? Diese Frage ist meines Erachtens nicht so ganz leicht zu beantworten, da wir es in der Geometrie stets mit idealen Gebilden zu tun haben, deren körperliche Darstellung in Wirklichkeit immer nur eine Annäherung an die Forderungen des Begriffes ist, und wir darüber, ob ein Körper fest, ob seine Flächen eben, seine Kanten gerade sind, mittels derselben Sätze entscheiden, deren tatsächliche Richtigkeit durch Prüfung zu erweisen wäre" (38 Schl.). Die empiristische Theorie des Raumes und der Axiome zwingt uns nicht, unsere Begriffe von Raum und Zeit grundlegend zu ändern, sondern nur unsere Anschauungen über die Bedingungen der Zeitmessung und der Messung der Längen und Strecken zu ändern[24]). Bis zu einem gewissen Grade hält er doch die Kantschen Anschauungen mit der Naturwissenschaft verträglich. Er erkennt die Kantschen An-

[24]) Riehl betont ausdrücklich, „daß durch jene Theorie, das heißt seine nichteuklidische, die verallgemeinernde Geometrie, unsere Begriffe über Raum und Zeit nicht abgeändert werden müssen, sondern daß nur unsere alten Anschauungen über die Bedingungen der Zeitmessung usw. eine durchgreifende Änderung erfahren haben" (S. 704). In: Sonderheft für Hermann von Helmholtz: Die Naturwissenschaften, 1921, H. 35. Ebenfalls findet sich in diesem Heft eine Darstellung über die Anwendung der verallgemeinerten Geometrie in seinem eigenen System, S. 694.

schauungsformen an, ist aber der Meinung, daß die Axiome sie arg beschränken.

Woher kommen die Bestimmungen, die unseren Raum charakterisieren? Sind sie aus Erfahrungstatsachen abzuleiten, zu beweisen oder sogar zu widerlegen? Nach Helmholtz können die Axiome nicht in dem Begriff einer ausgedehnten Mannigfaltigkeit von drei Dimensionen enthalten sein, ebenfalls nicht in der freien Beweglichkeit der in ihr enthaltenen Gebilde, denn sie lassen sich ohne Widerspruch auf sphärische und pseudosphärische Räume übertragen, die ein von unserem ebenen, dem euklidischen Raum, verschiedenes Krümmungsmaß haben. Ist dies tatsächlich der Fall, steht und fällt damit, daß die Axiome der Geometrie notwendige Formen der Anschauung im transzendentalen Sinne Kants sind. Die Dreidimensionalität bleibt dabei unberührt, da alle unsere Mittel sinnlicher Anschauung nur für den ebenen Raum zugeschnitten sind. Der ebene Raum ist für ihn die subjektive Form unserer Anschauung. Die Möglichkeit, daß außer unserm Bewußtsein eine metageometrische Welt existieren könne, hält er, wie wir im vorangegangenen Kapitel gesehen, für durchaus bestehend. Bei Kant wäre die Apriorität des Raumes ohne die Axiome sinnlos. Die Definition des euklidischen Raumes ist für ihn nur sichergestellt durch die ihn bestimmenden Axiome. Sieht man von den ihn charakterisierenden Eigenschaften ab, verfällt unsere Raumanschauung in das Nichts. Mit der Erkenntnis des empirischen Ursprungs der Axiome wäre daher die Apriorität des Raumes absolut widerlegt. Da der Raum und die Axiome synthetische Sätze a priori ergeben, folgt daraus auch die Idealität desselben als Anschauung. Die Axiome sind unabhängig von der Existenz empirischer Objekte. Das Verhalten der Naturkörper ist durch unsern Raum bedingt mittels der Anschauungsgesetze. Die Geltung der Raumgesetze ist abhängig von den Körpern im Raum, die physikalischen Gesetze sind abhängig vom Dasein des Raumes. Die Umbildung des Kantschen Realismus in seinen physikalischen tauchte bereits im Anfang der 40er Jahre auf. Im Jahre 1857 schreibt er an seinen Vater: „Ich fühle sehr das Bedürfnis einer spezielleren Durcharbeitung gewisser Fragen, an welche aber, soviel ich weiß, kein Philosoph sich gemacht hat und die ganz auf den von Kant in seinen Umrissen erforschten Feldern der apriorischen Begriffe liegen, so z. B. die Ableitung der geometrischen und mechanischen Grundbegriffe“ (L. K. 292, 1).

Während Riemann sowohl die Axiome als auch die Raumanschauung überhaupt auf der Erfahrung begründen wollte, beschränkte Helmholtz sich darauf, wie vorhin erwähnt, daß nur die geometrischen Axiome empirische Voraussetzungen über die Konstatierung der Kongruenz fordern, daß die Geometrie insofern physische Geometrie ist. Die Raumvorstellung überhaupt, womit er die Vorstellung eines dauernden Bestehens von Verschiedenem gleichzeitig nebeneinander, die noch keinerlei Bestimmungen über die Maßbeziehungen des Nebeneinander enthält, sieht er als transzendentale Anschauungsform wie Kant an, wobei unter Anschauung gemeint ist, daß nur das als durch die Anschauung gegeben anerkannt wird, dessen Vorstellen ohne Mühe und Besinnen, sogleich mit dem sinnlichen Eindruck zum Bewußtsein kommt, dagegen verlange die von

Beltrami angegebene Methode der Abbildung von metamathematischen Räumen in Teilen des euklidischen viel Verständnis und Übung analytischer Methoden. Bestreitet man die transzendentale Idealität des Raumes und damit seine Apriorität, wird Kants Lehre in ihren Grundmauern erschüttert, die sich doch gerade auf die apriorische Synthese in der Mathematik stützt. Nach Kant können wir uns nichts Räumliches vorstellen, wenn es nicht gewissen Bestimmungen entspricht. Die Axiome sind für Helmholtz nicht Denknotwendigkeiten apriorisch transzendentaler Form, sondern rein empirisch, weshalb wir sie für jenseits des Erfahrungsbegriffs keine Gewähr haben. An der Dreidimensionalität des Raumes wegen unserer Konstitution nicht zweifelnd, spricht er dennoch das Bedenken aus, daß man das Krümmungsmaß unseres Raumes bis heute nicht einwandfrei habe feststellen können. Vielleicht könnten hier und da negative und positive Schwankungen in seinem Wert auftreten. Die Wahrscheinlichkeit, daß unser Raum der Geometrie der Ebene entspricht, ist darum für ihn zweifelhaft. Die verschiedenen sinnlichen Eindrücke anderer Räume im euklidischen Raume führt er uns an Hand optischer Metamorphosen vor, wie das vorangegangene Kapitel zeigte.

Den Ausgangspunkt für seinen empirischen Axiombeweis bilden die drei grundlegenden Axiome der Geometrie. Erstens: daß es zwischen zwei Punkten nur eine kürzeste Linie gibt; zweitens: daß durch drei Punkte im Raume, die nicht in einer Ebene liegen, sich eine Ebene legen läßt, d. h. eine Fläche, in den jede gerade Linie ganz hineinfällt, wenn sie mit zwei Punkten zusammenfällt. Drittens: durch jeden Punkt ist nur eine Linie möglich, die einer gegebenen geraden Linie parallel ist ....." (121 Schl.). Kant sieht diese Sätze als unbedingt notwendig an. Ein abweichendes Verhalten des Raumes von diesen drei Sätzen könnten wir uns nicht vorstellen.

Helmholtz räumt ein: Wenn die Axiome wirklich eine angeborene Anschauungsform sind, so sind wir erst zu ihrer Anwendung auf die Erfahrungswelt berechtigt, wenn durch Beobachtung und Versuch konstatiert ist, daß die nach der vorausgesetzten transzendentalen Anschauung gleichwertigen Raumteile auch physisch gleich sind (L. K. 160,2). Hiermit will er gesagt haben, daß sich eine physische Geometrie aufbauen läßt, in welcher gleiche Umstände gleiche physische Vorgänge hervorrufen, wobei sich die Gleichwertigkeit mittels eines Zirkels durch Messung bewerkstelligen läßt. Ihre Sätze decken sich mit den Axiomen, sind jedoch rein aus der Erfahrung abgeleitet. Darum könnten die geometrischen Axiome nicht a priori sein, weil sie Begriffe wie Bewegung und Festigkeit voraussetzen, die der Erfahrung entlehnt seien. Eine apriorische Geometrie würde im praktischen Sinn nicht verwendbar sein, denn sie müßte stets durch die physischen kontrolliert werden. Dieser Beweis ist nur stichhaltig in dem Sinne, daß die Geometrie, sofern sie Lehre vom Raum und nicht bloß ein System abstrakter, aus willkürlicher Definition logisch abgeleiteter Sätze sein will, eine auf Erfahrung beruhende Naturwissenschaft ist. Im Grunde ist der Inhalt der Axiome eine physische Behauptung, denn es wird damit etwas ausgesagt über das physische Verhalten der Natur. Durch die Entwicklung seiner verschiedenen Räume zeigt er uns, daß wir aus den bekannten Gesetzen unserer sinn-

lichen Wahrnehmung die Reihe der sinnlichen Eindrücke herleiten können, die uns eine sphärische und pseudosphärische Welt geben würde, wenn sie existierte. Nirgendwo würden wir dabei auf eine Unfolgerichtigkeit oder eine Unmöglichkeit stoßen, ebensowenig wie in der berechnenden Behandlung der Maßverhältnisse. Weil wir uns den Anblick einer Sphäre und Pseudosphäre ebenso gut nach allen Seiten hin vorstellen können, wie wir ihren Begriff entwickeln, könnten wir nicht zugeben, daß die Axiome in der gegebenen Form unseres Anschauungsvermögens begründet seien (22 Schl.). Nach dieser Ausführung ist der Raum keine unentrinnbare Form unseres Anschauungsvermögens, sondern lediglich ein Produkt der Erfahrung. Aber — gleich darauf macht er eine Einschränkung: „Aus der Möglichkeit und dem Begriff, die Geometrie nichteuklidischer Räume auszubilden, kann für unseren Zweck nichts gefordert werden". Denn wenn auch zweidimensionale Gebilde und die dazu gehörigen Axiome logisch möglich wären, könnten sie doch nur vorgegestellt werden von der dritten Dimension aus. Die frühere Zeit habe sich die sinnlichen Verhältnisse, die dem euklidischen Raum widersprächen, wegen des mangelnden Entwicklungszustandes der damaligen Mathematik und Sinnesphysiologie nicht vorstellen können. Die Untersuchung der Erfahrungsdaten zeige uns, daß die geometrischen Axiome, in demjenigen Sinne gewonnen, wie sie allein auf die natürliche Welt angewendet werden dürften, durch Erfahrung geprüft, erwiesen, eventualiter auch widerlegt werden könnten (125 Schl.).

Auf ähnliche Weise wie die Axiome der Geometrie will er auch die Axiome der Arithmetik auf empirische Weise begründen. Diese Wissenschaft ist eine für ihn auf rein psychologischen Tatsachen aufgebaute Methode im Gegensatz zu den Axiomen der Geometrie, und wo er eine durchaus antipsychologische Ansicht entwickelt hat. Bei genauer Untersuchung ist zu erfahren, daß in dieser Wissenschaft, der Arithmetik, das Psychische dem Physischen vollkommen koordiniert ist und nur als Objekt unseres Erkennens in Frage kommt. Als Quelle dieser Axiome sieht er nicht nur die äußere Erfahrung an, wonach die arithmetischen Sätze eine von unseren subjektiven Anlagen unabhängige Bedeutung besitzen. Mit dem Zeichensystem der Arithmetik erhalten wir eine Beschreibung der Verhältnisse reeller Objekte. Er fragt sich: Wie können wir zwei reelle Objekte als gleich erklären und wie können zwei Objekte psychisch verknüpft werden, um vergleichbare Attribute derselben als additiv verbunden zu erhalten, um letztere als Größen ansehen zu dürfen, die durch benannte Zahlen ausgedrückt werden könnten (benannte Zahlen sind anzusehen als aus ihren Teilen zusammengesetzt bezüglich der Einheiten durch Addition, 43 Schl.). Zu diesem Zwecke sind die empirischen Eigenschaften zu bestimmen, die die Objekte haben müssen, um zählbar zu sein. Seine Beobachtungen über „Zählen und Messen" hat er im Anschluß an die Gebrüder Graßmann und Schröder angestellt. Den Ausgangspunkt und die philosophischen Unterlagen für die Untersuchung auf diesem Gebiete bilden die drei grundlegenden Axiome der Arithmetik:

1. Wenn zwei Größen einer dritten gleich sind, so sind sie auch untereinander gleich.

2. Assoziationsgesetz (nach H. Graßmanns Benennung) $(a + b) + c = a + (b + c)$.

3. Kommutationsgesetz: $a + b = b + a$. (70, Schl.) Die Arithmetik hat zu untersuchen, welche verschiedenen Verbindungsweisen dieser Zahl zu demselben Ergebnis führen. So wie die Axiome der Geometrie zum Raume, stehen für Helmholtz die Axiome der Arithmetik zur Zeit. Die Zeitfolge ist die unausweichliche Form unserer inneren Anschauung. Kant sind die arithmetischen Axiome ebenso wie die geometrischen Axiome a priori konstitutiv und apodiktisch notwendig. Sie gelten ihm „als Regeln", durch die die Erfahrung erst möglich wird. Wir werden von derselben durch sie unterrichtet, nicht durch dieselbe.

Die Zeit ist für ihn insofern a priori, als wir die nacheinander auftretenden Vorstellungen unmittelbar in eine zeitliche Anordnung bringen. Die Zahlen sollen nur die Zeichen für diese Reihenfolge sein, in der die Bewußtseinsinhalte im Gedächtnis festgehalten werden. Aus dem Begriff der Adition, der nach seiner Meinung auch ohne Beziehung auf äußere Objekte gewonnen werden kann, seien die Axiome herzuleiten, deren empirische Berechtigung als leere Zeichen in der Erfahrung begründet sei. Die Erfahrung habe stets die Gültigkeit der arithmetischen Axiome zur Grundlage in Anwendung auf die wirkliche Welt.

Da die Axiome meistens nicht der immanenten Gesetzmäßigkeit unseres Bewußtseins folgen, sind sie Gesetze, die der Natur angehören. Darum ist die Geometrie für Helmholtz Naturwissenschaft. Die Raumgesetze sucht er daher als Naturgesetze zu begründen. Notwendige Voraussetzung für ihre Erkenntnis ist ihm das Kausalgesetz.

β) Die Helmholtz-Riemannsche Hypothese.

Ausgangspunkt für die Helmholtzsche Raumhypothese war, daß alle Raummessung auf Kongruenz beruht. Von Kongruenz jedoch kann nur die Rede sein, wenn feste Körper und Punktsysteme in unveränderter Form zueinander bewegt werden können. Und da die Kongruenz zweier Raumgrößen ein von allen Bewegungen unabhängig Bestandenes ist, versucht er die allgemein analytische Form aufzustellen von einer mehrfach ausgedehnten Mannigfaltigkeit, die die veranschlagten Bewegungen zuläßt. Durch die Unterordnung des Raumbegriffes unter die ausgedehnte Mannigfaltigkeit ist er als reiner Größenbegriff mit transzendentaler Realität charakterisiert. Aus dieser aufgestellten allgemeinanalytischen Form lassen sich Dimension, Krümmungsmaß und die verschiedenen Arten von Mannigfaltigkeiten ohne Anschauung entwickeln, d. h. sind als rein rechnerisch durch analytische Operation abstrakt gewonnene Größenbegriffe sicherzustellen. Mit Helmholtz: „Der Begriff von Raumgebilden, die der gewöhnlichen Anschauung nicht entsprechen sollen, kann nur durch die rechnende analytische Geometrie sichergestellt werden" (122 Schl.).

Ursprünglich können wir uns nach Helmholtz nur solche Raumverhältnisse vorstellen, die unserer Anschauung entsprechen, die also in unserem wirklichen Raume darstellbar sind. Diese Tatsache der Anschaulichkeit führt uns leicht dazu, „etwas als selbstverständlich vorauszusetzen, was in Wahrheit eine besondere und nicht selbstverständliche Eigentümlichkeit der uns vorliegenden Außenwelt ist. Über diese Schwierigkeit hilft die

analytische Geometrie hinweg, welche mit reinen Größenbegriffen operiert und zum Beweis keiner Anschauung bedarf. Wir müssen nur nachrechnen, welche analytischen Eigenschaften des Raumes und der Raumgrößen für die analytische Geometrie vorausgesetzt werden müssen, um deren Sätze von Anfang an zu begründen (W. A. 618, 2). Die Untersuchungen, die Helmholtz auf diesem Gebiete angestellt hat, waren kurz vorher schon implicite von Riemann in seinem Habilitationsvortrag, den er am 10. Juni 1854 vor der Göttinger philosophischen Fakultät veröffentlichte, angestellt worden. Helmholtz war ganz selbständig zu seinen Ergebnissen gekommen, ohne vorher im geringsten von den Untersuchungen Riemanns zu wissen. Riemann war zu denselben Resultaten gekommen wie Helmholtz, nur auf etwas andere Art, darum weichen die Arbeiten in ihren Methoden oft weit voneinander ab. Er vertritt den Standpunkt, den Begriff des Raumes von drei auf n-Dimension auszudehnen. Dabei ging er auf die Dimensionfrage selbst nicht ein. Lie faßt in seinem Werke „Theorie der Transformatorengruppe" (Leipzig 1893, III, S. 394 ff.) die Untersuchungen Riemanns mit den Worten zusammen: „Riemann stellt an die Spitze seiner Untersuchungen den Satz, daß der Raum eine Zahlenmannigfaltigkeit sei, daß also die Punkte des Raumes durch Koordinaten bestimmt werden können. Sodann fragt er, welche Eigenschaften dieser Zahlenmannigfaltigkeit zugeschrieben werden müssen, damit in ihr die euklidische oder eine analytische Geometrie gelte. Die Beantwortung dieser Frage ist offenbar eine rein analytische Aufgabe, die für sich allein gelöst werden kann. Allerdings tritt bei Riemann die wahre Bedeutung des Satzes, daß der Raum eine Zahlenmannigfaltigkeit sei, nicht hervor. Riemann sucht diesen Satz zu beweisen, aber sein Beweis kann nicht als stichhaltig gelten. Will man wirklich beweisen, daß der Raum eine Zahlenmannigfaltigkeit ist, so muß man vorher unzweifelhaft eine nicht geringe Zahl von Axiomen aufstellen, und dessen scheint sich Rieman nicht bewußt gewesen zu sein. Die Geometrie der Zahlenmäßigkeit begründet Riemann auf den Begriff des Bogenelementes, aus dem sich durch Integration der Begriff der Länge einer endlichen Linie ergibt. Er verlangt, daß das Quadrat des Bogenelementes eine ganz homogene Funktion zweiten Grades von den Differentialen der Koordinaten sei; mit der Forderung, daß sich jede Linie beliebig ohne Änderung ihrer Länge bewegen könne, gelangt er zu dem Ergebnis, daß außer der euklidischen noch die hyperbolische und sphärisch-elliptische Geometrie möglich sei".

Riemann will uns also zeigen, daß sich die Eigentümlichkeit des Raumes, seine Kontinuierlichkeit und seine Vielseitigkeit, dadurch ausdrücken läßt, „daß jedes besondere Einzelne in der Mannigfaltigkeit, die er darbietet, d. h. also jeder Punkt bestimmt werden könne durch Abmessung von n kontinuierlich und unabhängig voneinander veränderlichen Größen". Den Angelpunkt für alle diese Untersuchungen bildet der pythagoräische Lehrsatz, den er in allgemeinster Form aufstellt (W. A. 611, 2) [24]).

Helmholtz legt die Ausführungen Riemanns folgenderweise aus: „daß jedes Linienelement, wie es auch gerichtet sein mag, der Größe nach ver-

[24]) W. A. Wissenschaftliche Abhandlungen, Lpz. 1882.

gleichbar ist mit jedem andern. Sind nun u, v, w Abmessungen irgendwelcher Art, welche die Lage eines Punktes bestimmen, und u + du, v + dv, w + dw die einer benachbarten, so ist das Maß des Linienelementes ds in unserem wirklichen Raume jedenfalls die Quadratwurzel aus einer homogenen Funktion zweiten Grades der Größe du dv dw, welches auch die Natur der Abmessung u v w sein mag". Den Ausdruck für das Linienelement nimmt Riemann als Hypothese an und erwähnt nebenbei die Möglichkeit, „daß ds vielleicht auch als vierte Wurzel einer homogenen Funktion vierten Grades von dv du dw angesehen werden kann" (W. A. 612, 2). Diese Hypothese scheint ihm die einfachste, den Aufgaben entsprechende. Dann spezialisiert er diese allgemein algebraische hypothetische Funktion dahin, daß begrenzte n-fach ausgedehnte Gebilde, von endlicher Größe, feste Punktsysteme überallhin bewegt werden könnten, ohne Dehnung, welche Annahme ihn zu unserem wirklichen Raum führte (39 Schl.). In dem Riemannschen System wird jedes einzeln durch n-Abmessungen bestimmt. Der Raum ist darum eine n-fach ausgedehnte Mannigfaltigkeit oder eine Mannigfaltigkeit von n-Dimensionen. Unser Raum ist deshalb eine dreifach ausgedehnte Mannigfaltigkeit von Punkten, eine Fläche eine zweifache usw. (12 Schl.).

Helmholtz griff die Untersuchungen von Riemann auf und führte das Axiom durch, daß der Raum eine Zahlenmannigfaltigkeit sei, und versuchte, alle Bewegungen als Scharen von Transformationen zu charakterisieren. Das wichtigste Axiom ist für ihn das Monodromieaxiom: „Wenn man eine Gerde in der Ebene um einen ihrer Punkte dreht, so führt die Drehung ohne Umkehr schließlich in die Anfangslage zurück, von der sie ausgegangen ist" (Bn.-L. 166) [25]). Von der physiologischen Optik her gelangt er zu seinen Resultaten, sowohl den mathematischen als auch den philosophischen. Die wesentlichste Rolle dabei spielen die räumlichen Anschauungen im Gesichtsfelde, einmal das System der Farben, ein andermal die Ausmessung im Gesichtsfelde durch die Schätzung des Augenmaßes. Von diesen beiden Messungssystemen sagt er, daß sie ihn angeregt hätten, Vergleiche über sie anzustellen. Mit seinen eigenen Worten: „Mein Ausgangspunkt war, daß alle ursprüngliche Raummessung auf Beobachtung der Kongruenz beruht. Die Geradlinigkeit der Lichtstrahlen ist offenbar eine physikalische Tatsache, die sich auf besondere Erfahrungen eines anderen Gebietes stützt und für den Blinden, der doch auch vollständige Überzeugung von der Richtigkeit geometrischer Gesetze gewinnen kann, gar kein Gewicht hat. Von Kongruenz kann man überhaupt nicht reden, wenn nicht feste Körper oder Punktsysteme in veränderlicher Form zueinander bewegt werden können und wenn Kongruenz zweier Raumgrößen nicht ein unabhängig von allen Bewegungen bestehendes Faktum ist. Die Möglichkeit der Raumanschauung durch Konstatierung von Kongruenz habe ich also von Anfang an vorausgesetzt und mir die Aufgabe gestellt, die allgemeinste analytische Form einer mehrfach ausgedehnten Mannigfaltigkeit zu suchen, in der die dabei verlangte Art der Bewegungen möglich ist" (40 Schl

Die Hypothesen, die er der Untersuchung zugrunde gelegt hat, sind erstens, daß der Raum von n-Dimensionen eine n-fach ausgedehnte

[25]) Bonola-Liebmann: Die nichteuklidische Geometrie. Leipzig 1908.

Mannigfaltigkeit sei. Damit will er sagen: der Punkt in ihm sei bestimmbar durch Abmessung irgendwelcher kontiunierlich und unabhängig voneinander veränderlicher Größen, die er Koordinaten nennt, und die Anzahl n haben. Jede Bewegung eines Punktes soll daher begleitet sein von einer kontinuierlichen Änderung zunächst einer Koordinate usw. Zweitens: Die Existenz beweglicher und in sich fester Körper, um die Kongruenz der einzelnen Raumgrößen feststellen zu können. Drittens: Die freie Beweglichkeit der Körper, d. h. daß jeder Punkt kontinuierlich an einen andern übergehen könne, falls er nicht durch bestimmte Gleichungen an sein System gebunden. Viertens: die Monodromie (41 Schl.).

Das Endergebnis der Riemannschen und Helmholtzschen Untersuchungen ist, daß der Raum drei Dimensionen habe und daß er unendlich ausgedehnt sei. Diese Sätze scheinen die Grundlage zur Entwicklung der Räume zu sichern, daß unsere Raummessung von der Existenz solcher Naturkörper abhängt, die dem von uns aufgestellten Begriffe hinreichend entsprechen. Die Helmholtzschen Untersuchungen ergänzen die Riemannschen insofern, als Helmholtz bei allen seinen Berechnungen den Raumgebilden ohne Formveränderung einen gewissen Grad von freier Beweglichkeit zuspricht, den die Geometrie verlangt. Riemann führt das notwendige Postulat erst am Ende seiner Ausführungen ein. Das Wesen der Riemannschen Untersuchung liegt in der Theorie der Maßverhältnisse, nicht der Ausdehnungsverhältnisse.

Beide Forscher kommen zu dem Resultat, den Begriff einer mehrfach ausgedehnten Größe aus allgemeinen Größenbegriffen zu berechnen. Daraus geht hervor, daß eine mehrfach ausgedehnte Größe verschiedener Maßverhältnisse fähig ist, und der Raum also nur einen besonderen Fall einer dreifach ausgedehnten Größe bildet. Notwendigerweise folgt daraus, daß die Sätze der Geometrie sich nicht aus allgemeinen Größenbegriffen ableiten lassen, sondern diejenigen Eigenschaften, durch welche sich der Raum von andern denkbaren, dreifach ausgedehnten unterscheidet, nur der Erfahrung entnommen werden können. Wird vorausgesetzt, daß die Körper unabhängig vom Ort existieren, so ist das Krümmungsmaß überall konstant und es folgt dann aus den astronomischen Messungen, daß es von Null verschieden sein kann [26]).

y) Die physische Geometrie.

Die Frage nach dem Ursprung der Axiome der Geometrie führte Helmholtz zu seiner physischen Geometrie. Den Ausgangspunkt bildete die physische Gleichwertigkeit. Physisch gleichwertig nennt er die Raumgrößen, in denen unter gleichen Bedingungen und unter gleichen Zeitabschnitten die gleichen physikalischen Vorgänge bestehen und ablaufen. Unter Raumgrößen sind natürlich keine physisch-materiellen Raumgrößen zu verstehen. Am häufigsten ist der Prozeß der Übertragung starrer Körper von einem Ort zum andern zur Bestimmung physisch gleichwertiger Raumgrößen gebraucht worden. Unsere Erfahrung lehrt uns, daß, sobald die Gleichwertigkeit zweier Raumgrößen durch eine Methode physikalischer Messung als ausreichend erwiesen ist, dieselbe sich dann

[26]) Genauere Angaben über den Unterschied der Abhandlung von Riemann und der Arbeit von Helmholtz in: Erdmann, Die Axiome der Geometrie, S. 108 ff.

auch allen anderen physikalischen Vorgängen gegenüber als gleichwertig verhalten wird. Daraus geht hervor, daß die physikalische Gleichwertigkeit eine bestimmte eindeutige und objektive Eigenschaft der Raumgrößen ist, die durch die Erfahrung festzustellen ist. Durch Versuche und Beobachtung läßt sich ermitteln, wie es mit der physikalischen Gleichwertigkeit anderer Paare solcher Größen bestellt ist. Aus diesen Voraussetzungen würde sich die Helmholtzsche physische Geometrie entwickeln lassen. Helmholtz lag sehr nahe, die Gleichheitsdefinition Euklids zu nehmen, jene vermeidet er jedoch deshalb, um nicht mit den Voraussetzungen, die stillschweigend die geometrischen Axiome für ihn machen, in Konflikt zu geraten. Sie sollen nämlich Aussage machen über das physikalische Verhalten der Körper, ohne sich vorher des empirischen Ursprungs bewußt geworden zu sein, sie sollen Voraussetzungen geben über Festigkeit, freie Beweglichkeit der Körper und Unabhängigkeit ihrer Form von einer vollständigen Achsendrehung. Diese Voraussetzungen sind nur verwirklicht in Räumen mit dem Krümmungsmaß Null. In Räumen mit verschiedenem Krümmungsmaß nimmt er nicht einmal Kongruenz an, auf der letztlich doch alle geometrischen Beweise beruhen, weil in ihnen die mechanischen Bedingungen, unter denen unsere Axiome stehen, unerfüllt bleiben. Aus der Vorstellungsmöglichkeit dieser Räume geht notwendig die empirische Berechnung des Krümmungsmaßes hervor, und in den physikalischen Verhältnissen würden dann die realen Bedingungen zu suchen sein, durch die eine empirische Erkenntnisquelle für die Axiome ermöglicht sei.

Wo entsteht für Helmholtz die physische Geometrie? „Nehmen wir aber zu den geometrischen Axiomen noch Sätze hinzu, die sich auf die mechanischen Eigenschaften der Naturkörper beziehen, wenn auch nur den Satz von der Trägheit oder den Satz, daß die mechanischen und physikalischen Eigenschaften der Körper unter übrigens gleichgestellten Einflüssen nicht vom Orte, wo sie sich befinden, abhängen können, dann erhält ein solches System einen wirklichen Inhalt, der durch Erfahrung bestätigt und gewonnen werden kann" (24 Schl.). Sie entsteht also da, wo man die formal abstrakte Geometrie auf die Wirklichkeit anwendet, wo sie an einer beliebigen Stelle mit der Wirklichkeit zur Deckung gebracht wird und dem leeren Begriff realen Inhalt gibt. Der Raum soll durch sie einen Inhalt bekommen haben. Alles Inhaltliche könne nur durch Erfahrung erkannt werden, also auch der Raum. Die reine Geometrie, die allein auf transzendentale Anschauung begründet ist, brauche nicht notwendig übereinzustimmen mit der physischen Geometrie, sondern mit Helmholtz ist zu sagen, „daß wir sie uns tatsächlich nicht als übereinstimmend vorstellen können" (146 Schl.). Übertragen wir die physikalischen Messungen mit Helmholtz auf einen pseudosphärischen Raum. Hier würde für einen Beobachter, dessen Raumanschauung und Schätzung von Raumgrößen aus transzendentaler Anschauung oder als Resultat bisheriger Erfahrung im Sinne einer euklidischen Geometrie ausgebildet werden, der Eindruck entstehen, daß, sofern er sich selbst bewegt, sich alle von ihm gesehenen Objekte in bestimmter Weise verschieben, nach verschiedenen Richtungen sich dehnen und zusammenziehen. Ähnlich würde es auch in unserer objektiven Welt sein mit der perspektivisch relativen Lage der Objekte, die mit der Entfernung bei Bewegung des Beobach-

ters wechselt. Bei den Veränderungen der physikalischen Eigenschaften in der Pseudosphäre mit dem Abstande des Beobachters hätte die Physik das Gesetz der Dehnungen und Schrumpfungen festzustellen. Die euklidischen Axiome verlören aber deshalb ihre Gültigkeit nicht. Übrigens werden in den Axiomen ja nicht Behauptungen über zeitliche Vorgänge gemacht, wie in den Sätzen über die mechanischen Bestimmungen, woraus hervorgeht, daß die physikalischen Begriffe zur Begründung der Gültigkeit der geometrischen Axiome nichts beizutragen haben. Helmholtz ist der Ansicht, wenn es der physischen Geometrie gelingen würde, Sätze zu finden, die annähernd den Axiomen der Anschauung gleich sein würden, könnte man daraus die Hypothese aufstellen, „daß die Übereinstimmung zwischen physischer Gleichwertigkeit der Raumgrößen und ihrer Gleichheit in reiner Raumanschauung eine zulässige Hypothese sei, die zu keinem Widerspruch führt. Sie würde aber nicht die einzig mögliche Hypothese sein. Der physische Raum und der Raum der Anschauung könnten sich zueinander auch verhalten wie der wirkliche Raum zu seinem Abbild im Konvexspiegel" (146 Schl.). Über die geometrischen Grundbegriffe selbst hat Helmholtz kaum Angaben gemacht. Von den physikalischen Körpern selbst müssen wir abstrahieren. Man unterscheidet eine mathematische und eine physikalische Abstraktion. So hätte man die Grade durch Reflexion auf den Denkakt entstehen lassen, der übrigbleibt, wenn aus der Vorstellung eines Stabes alle materiellen Bestimmungen eliminiert würden, oder dadurch, daß wir uns die Richtung der Projektion unserer Gesichtsfelder in den Raum zum Bewußtsein bringen. Helmholtz kann durch seine Maßbestimmungen nicht zur Entwicklung des empirischen Axiombegriffs kommen, weil er annimmt, die Resultate der Messungen seien ungenau. Darum verlangt er die empirische Bestimmung des Krümmungsmaßes des Raumes durch empirische Messung. Auf diese Weise verwickelt er sich in einen Widerspruch nach dem andern, wir kommen aus dem Zirkelkreis nicht heraus. Die Kongruenz, die er den physikalischen Messungen zugrundelegt, geht für ihn aus der Beobachtung des Zusammenfallens materieller Punkte hervor, weil physikalisch keine anderen Geschehnisse konstatierbar sind als Bewegungen von Punkten.

Zum Abschluß einen kurzen Überblick über die von Helmholtz dargestellte wirkliche und optisch durch eine Konvexlinse deformierte Welt: Es besteht zwischen beiden Welten kein wirklicher Unterschied, sondern nur einer der Beschreibung, weil in jedem Falle ein besonderes Koordinatensystem zugrunde gelegt wird. In jeder der beiden Welten wird dieselbe objektive Wirklichkeit durch verschiedene Zeichensysteme dargestellt. Wenn jeder für sich verschiedene Gesetze feststellt, so dürfte das ein Irrtum sein, solange nicht die Voraussetzung fortfällt, daß in der Spiegelwelt alle Maßstäbe an der Verzerrung der Körper teilnehmen. Denn sonst müßten alle Messungen und Ablesungen von Instrumenten zu genau den gleichen Zahlen führen wie in der ursprünglichen Welt. Ein Gesetz sei nur die Zusammenfassung der Maßresultate, weshalb die Gesetze in beiden Welten gleich. Wir könnten den Raum unserer Welt als einen beliebigen nichteuklidischen auffassen, sobald wir ganz neue physikalische Gesetzmäßigkeiten einführen. Wir tun dies aber nicht,

weil unsere physikalischen Formeln so die einfachste Gestalt annehmen. Das Verhalten der Körper in der Spiegelwelt ist aufzufassen als eine eigentümliche, unter sonderbaren Verzerrungen im nichteuklidischen Raum stattfindende Bewegung. Mit Hilfe der rein abstrakten Methode der analytischen Geometrie sollen wir imstande sein, den Beweis zu führen, diese Welt als nichteuklidisch anzusehen, und festzustellen, daß sie keine euklidischen Maßbestimmungen habe. Wenn das der Fall wäre, würden wir unsere eigene sinnliche Anschauung lästig finden, weil sie den Weg der „logisch bequemsten Auffassung" versperre. Unter Umständen könnten wir auch die Welt als eine nichteuklidische auffassen, und dabei den Zwang der sinnlichen Wahrnehmung, dem sich auch der „wissende Mensch" nicht entziehen kann, als eine Art „falschen Scheines" ansehen (147 u. 172 Schl.). Die Vorstellungsschwierigkeit dieser Welt würde nicht von den apriorischen Anschauungsformen des menschlichen Bewußtseins abhängig sein, sondern davon, daß alle unsere Erfahrungen der physischen Geometrie innerhalb unseres Wahrnehmungsbereiches der Sinne euklidisch sind. Heute würde man die Helmholtzsche physische Geometrie Lagerungsgeometrie oder praktische Geometrie nennen.

IV. Die realistische Hypothese.

Seitens der neueren Erkenntniskritik idealistischer und positivistischer Richtung ist die Helmholtzsche Wahrnehmungstheorie ein wenig herabsetzend beurteilt worden, weil sie von gewissen Voraussetzungen, nämlich der realistischen Hypothese, ausgeht. Man wirft ihr vor, sie nehme einfach an, daß physische Körper außerhalb unnseres Bewußtseins existieren, auf unsere Sinne einwirken und dadurch zu Empfindungen werden, ohne vorerst davon zu reden, daß ein Körper selbst wieder zu einem Komplex von Körpern wird. Nicht immer hat Helmholtz der realistischen Hypothese gehuldigt. Im großen und ganzen ist er ihr deshalb treu geblieben, weil sie ihm die einfachste Hypothese unter allen anderen zu sein schien, da sie annimmt, daß die Dinge, die wir objektiv wahrnehmen, reell bestehen. Unweigerlich stellt er sich durch diese Annahme in die Nähe von Kants realistisch gedeutetem Kritizismus. Daß das Ding an sich nur ein transzendentaler Schein sei, hat er so wenig wie Kant selbst angenommen. Darum ist sein System nur ein naturwissenschaftlich umgebildeter kritischer Realismus. Das Reelle ist, wenn auch nur durch die angenommene Hypothese, erkennbar. Seine frühzeitige Parteinahme für diesen Realismus bekundet Leo Königsberger mit des Denkers eigenen Worten: „Naturwissenschaft hat zum Objekt denjenigen Inhalt unserer Vorstellungen, welcher von uns nicht durch die Selbsttätigkeit unseres Vorstellungsvermögens erzeugt wird, d. h. also das als wirklich Wahrgenommene" (L. K. 126, 2). An anderer Stelle heißt es: „Jede richtig gebildete Hypothese stellt ihrem tatsächlichen Sinne nach ein allgemeines Gesetz der Erscheinungen dar, das wir bisher unmittelbar beobachtet haben; sie ist ein Versuch, zu immer allgemeinerer und umfassenderer Gesetzmäßigkeit aufzusteigen. Was sie an Tatsachen Neues behauptet, muß durch Beobachtung und Versuch geprüft und bestätigt werden. Hypothesen, die einen solchen tatsächlichen Sinn haben oder überhaupt

nicht sichere und eindeutige Bestimmungen für die unter sie fallenden Tatsachen geben, sind nur als wertlose Phrasen zu betrachten" (242, 2). Oder: „Noch notwendiger sind die Hypothesen für das Handeln, weil man nicht immer zuwarten kann, bis eine gesicherte wissenschaftliche Entscheidung erreicht ist, sondern sich, sei es nach der Wahrscheinlichkeit, sei es nach dem ästhetischen oder moralischen Gefühl, entscheiden muß. In diesem Sinn wäre auch gegen die metaphysischen Hypothesen nichts einzuwenden" (130 Schl.). Des weiteren führt er aus, daß die idealistischen und realistischen Meinungen Hypothesen der Metaphysik seien, die solange wissenschaftlich berechtigt seien, als sie als solche anerkannt würden, wenn sie als Dogmen oder Denknotwendigkeiten hingestellt würden. Man dürfe nie den Ursprung der hypothetischen Sätze aus den Augen verlieren.

Helmholtz nimmt den Realismus nur als nächstliegende Formulierung, deren realistische oder idealistische Interpretation er den Metaphysikern überlassen will. Die realistische Weltansicht wird zur reinen Hypothese bei ihm. Sie sei die einfachste Hypothese, die wir bilden könnten, die in vielen Kreisen bereits ihre Bestätigung gefunden habe. Das Gesetzliche in unseren Empfindungen, in idealistischer Anschauungsweise ausgesprochen, formuliert er so: „Die mit dem Charakter der Wahrnehmung auftretenden Bewußtseinsakte verlaufen so, als ob die von der realistischen Hypothese angenommene Welt der stofflichen Dinge wirklich bestände. Aber über dieses „Als ob" kommen wir nicht hinweg. Für mehr als eine ausgezeichnet brauchbare präzise Hypothese können wir die realistische Meinung nicht anerkennen, notwendige Wahrheit dürfen wir ihr nicht zuschreiben, da neben ihr noch andere unwiderlegbare idealistische Hypothesen möglich sind" (130 Schl.). Was einzig und allein ohne hypothetische Unterscheidung zu finden ist, sei das Gesetzliche in der Erscheinung. In seinen späteren Ausführungen sind einige Fäden in idealistischer Richtung zu finden. Er erklärt, aus seinem System alle realistischen Voraussetzungen streichen zu können; die einzige Voraussetzung, die er brauche, sei das Kausalgesetz, das aussagt, daß alle geistigen Zustände, die den Charakter der Wahrnehmung hätten, nach festen Gesetzen erfolgten, so daß verschiedene Wahrnehmungen auf verschiedene Objekte schließen ließen. Dabei sei nichts über die Bedingung in ihrer Natur, das Reale, gesagt, die Hypothese des extremsten subjektiven Idealismus sei ebenso zulässig wie die realistische. Wir könnten annehmen, daß alle unsere Wahrnehmung nur ein gesetzmäßig verknüpfter Traum wäre, wenn auch ein höchst konsequenter Traum, in dem sich Vorstellung aus Vorstellung nach festen Gesetzen entwickelte, und der Grund einer neuen Wahrnehmung etwa in gewissen anderen Wahrnehmungen in Verbindung vielleicht mit eigenen Willensimpulsen zu suchen sei (402, 2).

Helmholtz' Ansichten sind, wie wir gesehen haben, nicht immer dieselben geblieben. Anfangs wollte er mit dem Idealismus nichts zu tun haben. In der „Physiol. Optik" vertritt er noch diesen Standpunkt, in der er mittels der Erfahrung zur Kenntnis der äußeren Welt kommen will. Scharf zu trennen ist bei ihm zwischen dem Idealismus eines Berkeley, Schelling, Hegel und Fichte. Nur den Hegelschen bekämpft er mit allen Mitteln, der davon ausgeht, daß die Außenwelt nichts weiter sei

als das Produkt und der Ausfluß der unbewußten Tätigkeit des Urichs. Metaphysische Meinungen verwirft er grundsätzlich. Eine prästabilierte Harmonie zwischen Natur und Geist hat er nie angenommen, der sich die nativistische Theorie anschließt. Ebenfalls verurteilt er den englischen Sensualismus, der die Übereinstimmung der Vorstellung mit den Objekten leugnete und dieselben für Täuschungen erklärte. Seine größten Gegner sind die spiritualistische und materialistische Hypothese.

V. Das Denken und seine Grundbegriffe.

1. Der Sinn des Denkens und seine Leistung für das Erkennen.

Beim Erkenntnisakt der Psychologie wirkt zweierlei mit: einmal die Herbeischaffung des Erkenntnismaterials durch die Wahrnehmung, das andere Mal seine Verarbeitung durch das Denken. Als Physiologe hat Helmholtz in erster Linie Empfindung und Wahrnehmung zu den bestimmten Faktoren seiner Erkenntnistheorie gemacht; dann als Mathematiker und Physiker die abstrakten Begriffe der Arithmetik, Mathematik und Physik kritisch geprüft. Die Ergebnisse beider Wissenszweige sind eng untereinander verbunden und bilden seine Erkenntnistheorie, eine Philosophie, deren Quell nur die echte Erfahrung ist. Die einzige Bürgschaft für die Wahrheit einer Wirklichkeitserkenntnis ist die Wahrnehmung selbst. Die Wahrnehmung ist selbst noch keine Erkenntnis, sondern ist der Sinn für jegliche Wahrheitserkenntnis. Der Sinn der Philosophie schlechthin liegt für ihn darin, daß sie es sich zur Aufgabe gemacht hat, die Tätigkeit des Geistes, die Gesetze unseres Denkens und Vorstellens aus unserem Wissen herauszuschälen. Am Anfang seiner Untersuchung steht die Frage: Was ist Wahrheit in unserem Anschauen und Denken? Wie weit reicht die Leistungsfähigkeit unseres Denkvermögens. In seiner Tischrede zum 70. Geburtstage drückt er sich folgendermaßen aus: „Wie ein Physiker Fernrohr und Galvanometer untersuchen muß, mit denen er arbeiten will, sich klarmachen, was er damit erreichen, wo sie ihn täuschen können, so schien es mir geboten, auch die Leistungsfähigkeit unseres Denkvermögens zu untersuchen“ (16, 1). Nach Helmholtz haben wir bestimmte Sinneseindrücke, nach denen wir in der Regel mit Erfolg handeln und deren gesetzmäßiges Verhalten wir finden können. Die Hauptleistung unseres Denkens lag für ihn in dem Ergebnis, „daß die Sinnesempfindungen nur Zeichen für die Beschaffenheit der Außenwelt sind, deren Deutung durch Erfahrung gelernt werden muß“ (171, 2). In seiner tiefsinnigsten philosophischen Rede „Über das Sehen des Menschen“ lesen wir: „Auf dem Denken beruht die Überlegenheit des Menschen dem Tier gegenüber, des Gebildeten über den Barbaren . . . daß der Mensch seinem Denken die höchste Entwicklung zu geben strebt, ist die Aufgabe, von deren Lösung das Gefühl seiner eigenen Würde wie seine praktische Macht abhängt“ (171, 2). Helmholtz ist erbittert darüber, daß das Denken des Menschen oft verursacht hat, sich von seiner natürlichen Grundlage loszulösen, dem Beobachten und Wahrnehmen, um den „Ikarusflug der metaphysischen Spekulationen“ zu unternehmen.

Helmholtz sagt, daß alle elementaren Vorstellungen bereits Denken in sich enthalten und nach den Gesetzen des Denkens vor sich gehen, daß alles, „was in der Anschauung zum rohen Material der Empfindung hinzukommt", in Denken aufgelöst werden könne, damit faßt er den Begriff Denken wohl zu weit, weil er ihm so auch die Assoziations- und Reproduktionstätigkeiten unterordnet. Unser Verstand stellt für ihn das Vermögen dar, Gesetze zu finden und denkend anzuwenden. Demnach muß sich unser Verstand die Gesetze aus der Natur selbst suchen. Sie sind deshalb die Resultate unseres Denkens und nicht dessen logische Voraussetzung. Unser Bewußtsein enthält von vornherein die Fähigkeit, im Akt der Vergleichung zu seinen Inhalten Stellung zu nehmen und Gesetze daraus aufzubauen. Nach Kant schreibt unser Verstand der Natur ihre Gesetze vor, d. h. er bildet erst infolge der apriorischen Formung der Empfindungen den Gegenstand der Erkenntnis, die Natur, als die Welt unserer gegenständlichen Erkenntnis oder der „Erscheinung", und so findet der Verstand in dieser Welt, was er in sie hineingetragen hat. Die Welt unabhängig von diesem unserem formenden Erkennen, die Welt der „Dinge an sich" ist unerkennbar. Die Gesetze der Natur sind die Gesetze des Verstandes, nach denen dieser die Erscheinungen zueinander in Beziehung setzt. „Der Verstand schöpft die allgemeinen Gesetze nicht aus der Natur, sondern schreibt sie ihr vor".

Die Synthesis als Wirkung der Einbildungskraft schafft aus dem Chaos der Empfindungen eine geordnete Wirklichkeit, eine Natur. Es gilt nun, die Gesetzmäßigkeit dieses Aufbaus des Gegenstandes Natur klar zu erkennen: also die unbewußt geübte Verstandesfunktion gleichsam begrifflich zu formulieren. Für den Naturforscher besitzt der Verstand das Vermögen, Begriffe zu bilden. Er begreift die Welt nur aus kausalen Zusammenhängen. Was wir nicht begreifen können, das können wir uns auch nicht als existierend vorstellen. Somit heißt begreifen: „das Gegebene kausal verknüpfen, in Begriffen zu ordnen". Unter Begriff versteht Helmholtz, daß wir das aus einer Klasse von Objekten zusammensuchen und zusammenfassen, was sie an gemeinsamen Merkmalen an sich tragen, woraus sich ergibt: „daß der Begriff einer in der Zeit wechselnden Reihe von Erscheinungen das zusammenzufassen suchen muß, was in allen ihren Stadien gleichbleibt" (240, 2). Die Notwendigkeit der kausalen Verknüpfung stammt nicht aus unserm Denken, sondern ist durch das Kausalgesetz metaphysisch begründet. Darum können wir mit Recht die Gedanken der notwendigen Verknüpfung auf Reales anwenden. „Das erste Produkt des denkenden Begreifens der Erscheinung ist das Gesetzliche". Darum ist die Gesetzmäßigkeit Bedingung für die Begreifbarkeit. Unter kausal versteht Helmholtz das Vertrauen auf die Gesetzmäßigkeit alles Geschehens hinsichtlich der vollkommenen Begreifbarkeit der Welt. Andererseits ist das Vertrauen in die Gesetzmäßigkeit zugleich das feste Vertrauen auf die Begreifbarkeit der Naturerscheinungen. Denken wir einmal, diese Begreifbarkeit sei zu vollenden, so „daß wir ein letztes Unveränderliches als Ursache der beobachteten Veränderungen werden hinstellen können, so nennen wir das regulative Prinzip unseres Denkens, was uns dazu treibt, das Kausalgesetz" (243, 2). Dieses sich langsam vor-

arbeitende Begreifen der Welt nennt Helmholtz die Methode unseres Denkens.

Die Begriffe, die uns unsere Muttersprache überliefert, treten uns in der objektiven Welt als ordnende Mächte gegenüber. „Die logische Verarbeitung des gegebenen Stoffes besteht zunächst darin, daß wir das Ähnliche zusammenfassen und einen allgemeinen Begriff ausbilden, der es umfaßt. Ein solcher Begriff, wie sein Name andeutet, begreift in sich eine Menge von Einzelheiten und vertritt sie in unserem Denken. Wir nennen ihn Gattungsbegriff, wenn er eine Menge existierender Dinge, wir nennen ihn Gesetz, wenn er eine Reihe von Vorgängen oder Ereignissen umfaßt" (454 P. O.[1]). Helmholtz trennt Anschauung und Denken voneinander. Unter Denken ist die bewußte Vergleichung der schon gewonnenen Vorstellungen unter Zusammenfassung des Gleichartigen zu Begriffen verstanden, die bewußte Verbindung von Urteil zu Schlüssen, also die bewußte logische Tätigkeit. Als Anschauung kommen solche Vorstellungen in Frage, bei denen der sinnliche Eindruck nur bewußt perzipiert wird, die Vorstellung von der Gegenwart des Objektes ins Bewußtsein springt, ohne daß wir auf weitere Zwischenglieder des „Vorstellungskreises" aufmerksam werden. Dem Denken und Wissen aus Begriffen stellt Helmholtz noch ein anderes Vorstellungsgebiet zur Seite, das ebenfalls sinnliche Eindrücke kombiniert, aber unmittelbar der Worte nicht fähig ist; er nennt es das Kennen. Daß die Begriffe unseres Denkens in allen Stadien gleichbleiben, bekräftigt er mit den Worten Schillers: „Suchet das vertraute Gesetz in des Zufalls grausenden Wundern; suchet den ruhenden Pol in der Erscheinungen Flucht."

2. Die Grundbegriffe des Denkens.

a) Substanz.

Was sich über die Helmholtzsche Substanz sagen läßt, ist sehr zweifelhaft. In seinen jüngeren Jahren hat er sich nicht mit dem Substanzproblem beschäftigt, erst im höheren Alter macht er einige Andeutungen darüber. Helmholtz ist selbst der Meinung, daß der Begriff der Substanz nur durch erschöpfende Prüfung gewonnen werden könne und immer problematisch bliebe. Wenn früher Licht und Wärme als Substanzen hingestellt worden wären, so hätte sich bald gezeigt, daß sie veränderliche Größen seien, und wir hätten in Zukunft noch mit weiteren Zerlegungen der jetzt bekannten chemischen Elemente zu rechnen (240, 2). Will er etwa die chemischen Elemente als Substanzen definieren? Die Definition, die er der Substanz gibt, lautet: „Wir nennen was ohne Abhängigkeit von Anderem gleichbleibt in allem Wechsel der Zeit: die Substanz. Wir nennen das gleichbleibende Verhältnis zwischen veränderlichen Größen das sie verbindende Gesetz" (240, 2). Es soll hier die Substanz als das Unveränderliche gemeint sein, das seine Wirkungen auf die Sinnesorgane äußert und als unabhängige Ursache zu betrachten ist, von der wir Näheres nicht erfahren können. Was wir von der Substanz wahrnehmen können, sind nur einige Gesetzmäßigkeiten, weil wir doch von der Voraussetzung ausgehen, daß im äußeren Gesichtsfelde eine strenge Gesetzmäßigkeit herrscht, die in der empfindenden Seele sich abbildet und sich dem Bewußtsein aufdrängt. Was eigentlich in strengem Sinne unter dem Terminus

„Substanz" verstanden sein soll, geht an keiner Stelle eindeutig aus seinen Ausführungen hervor. Als das Unveränderliche, das hinter allem Wechsel der Erscheinungen vorborgen Bleibende, als das Reale, das dauernd Wirksame kann sie nach Helmholtz ebensogut aufgefaßt werden als Ursache, Kraft oder Realität. Wiederum sehen wir, wie schon an so mancher Stelle, seine ungenaue logische Auffassung der philosophischen Termini.

In seinem Vortrage im Jahre 1881 „Über die neuere Entwicklung von Faradays Ideen über Elektrizität" kommt er bei der Besprechung der positiven und negativen Elektrizität auf das Wort Substanz zu sprechen: „Wenn wir die beiden Elektrizitäten als Substanzen, von entgegengesetzten Zeichen darstellen, so ist das nur ein kurzer Ausdruck derjenigen Tatsachen, welche zeigen, daß niemals eine Quantität positiver Elektrizität auftritt oder verschwindet, ohne daß gleichzeitig und in unmittelbarer Nähe nicht eine gleich große Quantität negativer Elektrizität auftritt oder verschwindet. Jedes Quantum für sich ist unzerstörbar und unvermehrbar wie eine Substanz" (262, 2). Der ursprüngliche Begriff Substanz sei wohl zu unterscheiden von dem der Materie oder eines Stoffes. „Substanz ist nur quod substat, was hinter den wechselnden Erscheinungen quantitativ unveränderlich bleibt" (262, 2). In diesem Sinne seien die Elektrizitäten Substanzen zu nennen, auch wenn sie nicht stofflicher Natur seien. Mit dieser Auslegung lehnt er sich eng an die aristotelische Substanzauffassung an, daß die aus Stoff und Form gebildeten realen Dinge, wie sie uns in der Außenwelt entgegentreten, die Wirklichkeit selbst sind: die Substanz, die „usia", das wahrhaft Seiende, das Wesen (ebd.). Der Vorwurf, der ihm des öfteren gemacht worden ist, von Schopenhauer den Substanzbegriff übernommen zu haben, dürfte nicht berechtigt sein. Denn Substanz ist für Schopenhauer wie für Kant Kategorie.

Eine endgültige Lösung sollte der Substanzbegriff in dem für die Naturforscherversammlung in Wien im Jahre 1894 angekündigten Vortrage: „Über dauernde Bewegungsformen und scheinbare Substanzen"[27]) finden. Leider war es Helmholtz nicht mehr vergönnt, an der Versammlung teilzunehmen, denn bereits am 8. September jenes Jahres wurde er aus voller Schaffenskraft vom Tode dahingerafft. Kurze Aufzeichnungen, „Naturforscherrede" überschrieben, finden sich in seinem Nachlaß und geben uns einen Überblick über Inhalt und Gegenstand des beabsichtigten Vortrages. Es war seine Absicht, über das Wesen der Substanzen zu reden, der Substanzbegriff jedoch aufgefaßt im griechischen Sinne als das, „was im Hintergrunde oder hinter der veränderlichen Erscheinungsweise fortbesteht" (L. K. 126, 3). Dabei will er unter Substanz nicht die Materie selbst verstanden wissen, sondern gewisse unveränderliche Integrationskonstanten, die er scheinbare Substanzen nennt. Mit letzteren meint er nicht die sogenannten Imponderabilien, die einstmals in der Physik eine große Rolle spielten; diese Imponderabilien waren der Schwerkraft nicht unterworfen, sondern unterlagen nur den Gesetzen der Trägheit. Substanzen sind nicht in den Dingen selbst, sondern in den unveränderlichen Be-

[27]) Hierzu s. Sitz. Ber. d. Heidelb. Akad. d. Wiss. Math.-nat. Kl. 1 1910, S. 3—8; ebenfalls die Aufzeichnungen für die Naturforscherrede in L. K. 124, 3 ff.

ziehungen zwischen den Dingen zu suchen, die an die Stelle der Dinge selbst treten. Damit stellt er sich auf den Standpunkt Kants. Die Intregrationskonstanten oder Substanzen stellen dauernde Bewegungsformen dar, sind jedoch im Sinne der materiellen Substanzen nur scheinbare. Dabei sind nicht alle Konstanten der ersten Integrale der Bewegungsgleichungen als scheinbare Substanzen aufzufassen, sondern es handelt sich lediglich um die Konstanten der Prinzipien der Mechanik, die ihm in ihrer Innervanz auf weite Sicht als Substanzen erscheinen. Durch die Deutung der scheinbaren Substanzen in diesem Sinne steht er der Fassung des Substanzbegriffes in der neueren Zeit sehr nahe, der jede Substanz, d. h. jedes absolut Dauernde in den Zustandsreihen der Wirklichkeit wie Energie usw. als eine Innervante des Zustandsverlaufs auffaßt. Die Substanz ist bei Helmholtz nicht ein Hinzugedachtes zu den Erscheinungen wie bei Kant, der sagt: „Bei allen Veränderungen in der Welt bleibt die Substanz, und nur die Akzidentien wechseln . . . daher ist Alles, was sich verändert, bleibend und nur sein Zustand wechselt. Da dieser Wechsel also nur die Bestimmung trifft, die aufhören oder auch anheben kann, . . . können wir sagen: Nur das Beharrliche (die Substanz) wird verändert, das Wandelbare erleidet keine Veränderung, sondern einen Wechsel, da einige Bestimmungen aufhören und andere anheben. Aller Wechsel der Erscheinungen ist nur Veränderung . . " (177, 179 K. r. V.). Die Substanz ist die „Beharrlichkeit des Realen in der Zeit". Die Beharrlichkeit ist weiter nichts als die Art, uns das Dasein der Dinge vorzustellen. Die Substanz ist nicht das Ding an sich, sondern unsere Denkweise den Objekten gegenüber, ein Produkt jener. Selbst ist die Substanz — keine Kraft, aber sie enthält eine Kraft. Die Materie ist die „substantia phaenomenon" (250 K. r. V.).

Bei Helmholtz ist die Substanz etwas wirklich Bleibendes in den Erscheinungen, das nie bestimmbar ist, sondern stets Schwankungen unterworfen. Daraus folgt die Auflösung alles bleibend Beständigen in reine Funktionen im Geschehen, die gesetzlich bestimmbar sind. Keinesfalls hat der Helmholtzsche Substanzbegriff Ähnlichkeit mit dem Humeschen. Für Hume stammen Substanz und Kausalität nicht aus der „Impression", sie lassen sich nicht durch die Erfahrung beweisen. „Was ich zeigen kann ist, daß zwei Erscheinungen aufeinanderfolgen. Ich kenne jedesmal nur das ‚post hoc', nicht das ‚propter hoc'. Die Notwendigkeit der Verknüpfung entsteht in unserer Seele durch die Gewohnheit, unserem Verstande ist das Schema der Ideenverknüpfung in der Assoziation gegeben. Das ganze Denken beruht auf einem Gewohnheitsschema. Die Verbindung von Ursache und Wirkung ist eine Erfahrungstatsache. Die Kausalität ist ein Denkmittel, aber keine objektive Realität. Durch die Frage nach der Genese der Substanz kommt er zu der Ansicht, daß die Substanz die Realität der äußeren Erscheinungen ist und daher unabhängig von unserem Denken und Vorstellen existiert. Zu dieser rätselhaften Vorstellung kommt der Geist durch die gewohnheitsmäßige Assoziation. Dadurch, daß ich verschiedene Eindrücke oft zusammen habe, bildet sich eine assoziative Gewohnheit heraus, diese Erscheinungen immer in demselben Komplex untereinander zu assoziieren und zu reproduzieren. Aus diesem

Vorgang bildet sich dann allmählich die Idee, daß diese Vorstellungen immer in demselben Zusammenhang untereinander existieren.

b) Das Gesetz.

Nannten wir Substanz das hinter allem Wechsel Stehende und sich ewig Gleichbleibende, so ist „daß Gesetz das gleichbleibende Verhältnis zwischen veränderlichen Größen". Es ist das erste Produkt unseres Denkens, es ist die höchste Stufe der Naturerkenntnis. Das Gesetz ist die reale Beziehung zwischen Geschehendem an sich als das Ergebnis unseres Denkens. Der Mensch strebt — nach Helmholtz — danach, die Naturerscheinungen zu begreifen, was ihm nur möglich ist in der Erkennung ihrer Gesetzmäßigkeit. Die Gesetzlichkeit der Natur faßt er als kausalen Zusammenhang auf, indem er die Abhängigkeit derselben von unserem Orte und von unserem Willen abstrahiert. Um Gesetze der Natur zu finden, sei es notwendig, diejenigen Kräfte aufzusuchen, welche die Ursachen der Erscheinungen seien. Wenn wir einmal das Gesetz der Erscheinungen gefunden hätten, würde es leicht sein, sie zu begreifen. In der Tat ist das Gesetz der allgemeine Begriff, unter dem sich eine Reihe von gleichartig ablaufenden Naturvorgängen zusammenfassen läßt. Der allgemeine Begriff, das Naturgesetz, soll nicht ein logischer Begriff sein, den wir uns zurechtgelegt hätten als Merkmittel, um die Tatsachen besser behalten zo können. Gleichfalls sind die Naturgesetze nicht auf spekulativem Wege gewonnen, sondern „wir müssen sie vielmehr in den Tatsachen entdecken. Wir müssen sie in immer wiederholten Beobachtungen oder Versuchen an immer neuen Einzelheiten, unter immer wieder veränderten Umständen prüfen „und nur in dem Maße wie sie sich bewähren, steigt unser Vertrauen auf ihre Zuverlässigkeit" (375, 1). Die Naturgesetze können wir nicht willkürlich wählen in unserem Denken, sondern sie treten uns gegenüber als eine „fremde Macht". „Wo wir ein Naturgesetz vollständig kennen, müssen wir auch ausnahmslos seine Geltung fordern und diese zum Kennzeichen seiner Richtigkeit machen" (375, 1). Jedes Mal, wenn die Bedingungen da sind, unter denen das Gesetz notwendig zur Wirkung kommen muß, tritt notwendig ohne Willkür der Erfolg ein, „ohne unser Zutun, mit einer die Dinge der Außenwelt ebensogut wie unser Wahrnehmen zwingenden Notwendigkeit" (376, 1). Sobald Helmholtz das Gesetz der Phänomene gefunden hat, glaubt er nicht nur die Kenntnis zu haben, sondern auch die Macht, in den Lauf der Natur einzugreifen. Keineswegs soll das Naturgesetz nur Leitfaden für den beobachtenden Verstand sein, sein wichtigster Zweck ist vielmehr das Beherrschen des Ablaufs in der Natur, spontan, oft gegen unsern Wunsch. Die Zahl der beobachteten Tatsachen, die nötig sind, um ein allgemeines richtiges Gesetz aufstellen zu können, ist verschieden groß. Oft kann ein Fall genügen, um eine starre Regel zu begründen. Helmholtz führt als Beispiel die Kenntnis des Skeletts eines urweltlichen Tieres an. Wenn wir nur das Skelett eines Individuums gefunden haben, schließen wir trotzdem auf die Gesamtspecies. Der Ursprung eines jeden Gesetzes ist die Hypothese. Jede richtig gebildete Hypothese stellt im Grunde „ein allgemeineres, besonderes Gesetz der Erscheinungen hin, als wir bisher unmittelbar beobachtet haben". Nur durch sie können wir zu höherer

Gesetzmäßigkeit aufsteigen. Das besondere hypothesenfreie Gesetz findet man allmählich durch genaue Prüfung aus den Tatsachen. Die Gesetze regieren unseren Verstand, ihnen unterliegt zwangsläufig die Natur. Der Mensch sucht die ganze gesetzmäßig geordnete Natur den Kräften des Denkens zu unterwerfen und so den Kosmos zum „Spiegelbild des gesetzmäßigen Denkens" unseres eigenen Geistes zu machen (191, 1). „Unser Auge kann nicht sehen, was ihm nicht als Licht oder Farbe erscheint, ebenso kann der Geist nichts begreifen, in dem er kein Gesetz findet". Das einzige, was wir ohne hypothetische Unterschiebung finden können, ist das Gesetzliche. Wir gehen dabei von dem Zunächstliegenden aus, von der gesetzlichen Verbindung zwischen unsern Bewegungen und den dabei auftretenden Empfindungen. Die Gesetzmäßigkeit ist die Voraussetzung für alles Wirkliche, sie ist die Voraussetzung für die Erfahrung und ist ein notwendiges Ergebnis derselben. Alle Voraussetzung des Gesetzlichen in Natur und Wirklichkeit ist gleichbedeutend mit der Voraussetzung des Kausalgesetzes und diese wiederum gleich mit der Aufgabe, die Erscheinungen zu begreifen.

Der Begriff der Gesetzlichkeit ist im Helmholtzschen Sinne insofern als a priori aufzufassen, als ohne ihn keine Naturwissenschaft möglich ist. Es handelt sich bei seinem Gesetzbegriff also erstens um den Gedanken der Gesetzlichkeit als notwendige Verknüpfung überhaupt — a priori; zweitens um das besondere Gesetz zwischen verschiedenen Größen im Geschehen, um das Wissen von verschiedenen Vorgängen. Demnach wird das besondere Gesetz durch Induktion gefunden. Voraussetzung alles naturwissenschaftlichen Denkens ist der Gedanke der Gesetzlichkeit schlechthin, das besondere Gesetz ist das Resultat unseres Denkens. „Alle Erkenntnis der Naturgesetze ist induktiv, keine Induktion ist je absolut fertig" (358, 2). Wenn das Gesetz ein Geschehen ausspricht, wird es Naturgesetz. Wie wir zu der Kenntnis eines Gesetzes gekommen sind, wissen wir in der Regel nicht, wir wissen schließlich nur, daß es immer so gewesen ist und wir es nie anders gesehen haben.

Für Kant stehen die Dinge der Erscheinungen unter dem Gesetze, welches das „verknüpfende Vermögen", d. h. die Gesetzlichkeit der Apperzeption in den Dingen vollzieht. Er unterscheidet die empirischen Gesetze, die stets besondere Wahrnehmung voraussetzen, von den „reinen oder allgemeinen Naturgesetzen". Die allgemeinen Gesetze sind „Grundsätze" des reinen Verstandes, die die Natur überhaupt erst möglich machen. Der reine Verstand bringt die „Ordnung und Regelmäßigkeit" selbst in die Natur hinein. Gesetze sind „Prinzipien" der Naturnotwendigkeit, was zum Dasein eines Dinges gehört, „Regeln", sofern sie objektiv sind, d. h. mit der Erkenntnis des Gegenstandes notwendig zusammenhängen (Metaph. Anfgr. d. NW., Vorwort). Die Natur ist für Kant „das Dasein der Dinge, sofern es nach allgemeinen Gesetzen bestimmt ist" (Prol. § 14 S. 73). Allgemein: Die Natur ist die Gesetzmäßigkeit der Erscheinungen in Raum und Zeit. Nach Helmholtz ist die begriffliche Fassung der Naturgesetze der Endzweck aller Naturerkenntnis.

c) Kraft und Ursache.

Ist der Begriff eines Gesetzes so allgemein gefaßt, daß der Erfolg eindeutig sicher ist für alle möglicherweise eintretenden Fälle, und haben wir den Gedanken, daß es sich in aller Zeit und in allen Fällen bewähren wird, „dann erkennen wir es als ein unabhängig von unserem Vorstellen Bestehendes an und nennen es die Ursache, d. h. das hinter dem Wechsel ursprünglich Bleibende und Bestehende". Sehen wir das Gesetz „als ein unsere Wahrnehmung und den Ablauf der Naturprozesse Zwingendes, als eine unserem Willen gleichwertige Macht an, nennen wir es Kraft" (241, 2). Diese Macht ist durch dieselbe Art und Weise bedingt, wie die Wahrnehmung zustande kommt. „Die Wahrnehmungen sind ferner gesetzt als unabhängig von unserer Selbsttätigkeit entstanden, müssen also Gesetz werden als verursacht durch ein anderes, uns Äußeres, welches wir, insofern es bloß da ist, Materie nennen, insofern es auf uns wirkt, d. h. Grund von Veränderungen ist, Kraft" (L. K. 131, 2). An anderer Stelle heißt es: Wir müssen es (das Gesetz) als Äußerungsweise einer Macht anerkennen, die in jedem Augenblicke, wo die Bedingungen für ihre Wirksamkeit eintreten, zu wirken bereit ist. In diesem Sinne bezeichnen wir es als Kraft, und da eben diese Kraft in jedem Augenblick als Wirkungsbereich und wirkungsfähig sich bewährt, schreiben wir ihr dauernde Existenz zu. „Darauf beruht m. E. auch die Bezeichnung der Kraft als Ursache der Veränderungen, die unter ihrem Einfluß vor sich gehen. Sie ist das hinter dem Wechsel der Erscheinungen verborgene Bleibende" (354, 2). Indem die Naturgesetze als gültig und wirksam zu betrachten sind, ganz unabhängig von unserem Beobachten und Denken und als Gattungsbegriffe zunächst nur die Ordnung unseres Denkens betreffen, sind sie Ursachen und Kräfte nach der Auffassung von Helmholtz (P. O.). Lassen sich alle Naturerscheinungen nicht auf ein einziges Gesetz zurückführen, so daß das Gesetz auch nicht als allgemeingültig, als Ursache der Erscheinungen anzusehen ist, hört alle Begreifbarkeit der Welt auf. Kraft ist demnach das ständig Wirkende, wenn die Bedingungen dafür da, Ursache ist das real verursachende Ding.

d) Wirklichkeit.

Die Humesche Denkweise, die Helmholtz hier und da übernommen hat, veranlaßte ihn, dem Wirklichkeitsproblem eine etwas positivistische Deutung zu geben. Das Wirkliche bezeichnet Helmholtz als eine besonders gleiche Beziehung für alles Reale, weil in ihm das Wirken ausgesagt werde, was das Eingeordnetsein in den gesetzlichen Zusammenhang bedeutet. Die Wirklichkeit ist das, „was hinter dem Wechsel der Erscheinungen stehend auf uns einwirkt, nämlich das „Wirkliche". Dieser Ausdruck soll nur das reine Wirken enthalten. Eine Nebenbeziehung auf das Bestehen als Substanz soll fehlen, da sie ja den Begriff des „Reellen" ein-einschließt (241, 2). Des weiteren redet Helmholtz dann von dem Begriff des Objektiven. „In den Begriff des Objektiven andererseits schiebt sich meist der Begriff des fertigen Bildes eines Gegenstandes ein, welcher nicht auf die ursprünglichen Wahrnehmungen paßt". Die Ausdrücke „objektiv" und „real" hält Helmholtz streng auseinander. Die Verhältnisse der uns gegebenen Wirklichkeit bezeichnet er als objektiv, die ihnen

zugrunde liegenden, mehr oder weniger unbekannten Bedingungen derselben, die Wirklichkeit, die unabhängig von uns, als das Reale. Das Objektive ist ein Gedanke vom Gegenstand, ein Idealbild, das dem Wahrnehmungsbild nicht entspricht. Selbst für den folgerichtig Träumenden seien die seelischen Motive, die ihm die gesetzmäßigen Empfindungen zur Zeit unterschieben, „als wirklich und wirksam" zu betrachten. Die Scheidung von Gedachtem und Wirklichem wird erst möglich, wenn wir genau zu trennen wissen zwischen dem, was das Ich ändert und nicht ändern kann. Diese Erkenntnis ist dann möglich, wenn wir wissen, „welche gesetzmäßigen Folgen die Willensimpulse zur Zeit haben. Das Gesetzmäßige ist daher die wesentliche Voraussetzung für den Charakter des Wirklichen" (242, 2). Das Reelle können wir uns niemals vorstellen in „positiven Bestimmungen". Das einzige, was wir erfassen können, ist die Gesetzmäßigkeit im „Reiche des Wirklichen", die sich widerspiegelt in dem Zeichensystem unserer Sinneseindrücke. „Alles Vergängliche ist nur ein Gleichnis" (242, 2). In Bd. II seiner Wissenschaftlichen Abhandlungen [28]) macht er auf den Angriff von Professor Land hin, in seinen Auseinandersetzungen die Begriffe des Objektiven und des Realen verwechselt zu haben, nähere Angaben über diesen Punkt. Die einzige Voraussetzung, die Helmholtz bei all seinen Untersuchungen gemacht hat, ist das Kausalgesetz. Aus dieser Voraussetzung soll hervorgehen, „daß nämlich die mit dem Charakter der Wahrnehmung in uns zustande kommenden Vorstellungen nach festen Gesetzen zustande kommen, so daß, wenn verschiedene Wahrnehmungen sich uns aufdrängen, wir berechtigt sind, dauraus auf Verschiedenheit der realen Bedingungen zu schließen, unter denen sie sich gebildet haben" (401, 2). Erfahren können wir über dieses den Erscheinungen zugrunde liegende Reale nichts. Alle Meinungen darüber sind nur Hypothesen.

Wir nehmen Objekte wahr, die sich an verschiedenen und bestimmten Orten im Raume befinden. Daß wir das Objekt an einem bestimmten Orte sehen, hängt ab von den realen Bedingungen, die die Vorstellung hervorrufen. Ebensogut hätten andere reale Bedingungen wirken können, um andere Wahrnehmungen eintreten zu lassen, z. B. die Wahrnehmung eines andern Ortes des gleichen Objektes. Danach enthält das Reale Verhältnisse, die maßgebend sind für die Bestimmung des Objektes im Raume. Diese realen Bedingungen bezeichnet Helmholtz als „topogene Momente". Die Natur dieser topogenen Momente ist uns unbekannt. Was wir wissen, ist, „daß das Zustandekommen räumlich verschiedener Wahrnehmungen eine Verschiedenheit der topogenen Momente voraussetzt" (402, 2). Helmholtz bezeichnet also als topogene Momente die im Realen wirkenden Ursachen, welche die Verschiedenheit der Orte, in denen die Objekte vorgestellt werden, begründen. Daneben gibt es noch „hylogene Momente"; diese sind die Ursache dafür, daß zu verschiedener Zeit am gleichen Orte qualitativ verschiedene Körper wahrgenommen werden. Zwischen gewissen topogenen Momenten herrscht eine gesetzmäßige Verbindung. So wie wir für die Farben, Töne usw. einen Grund haben, haben wir ihn auch für die räumlichen Wahrnehmungen, deshalb hat der Raum auch realen Inhalt, ist also etwas Wirkliches. Die topo-

[28]) Helmholtz' Wissenschaftliche Abhandlungen, Bd. II, LXXIX, III, S. 655.

genen Momente stehen in gesetzmäßiger Beziehung untereinander. Dieselbe Gruppe hylogener Momente kann mit verschiedenen Verbindungen topogener Momente gleichzeitig existieren. Diese Elemente spielen weiterhin eine große Rolle bei der Aufstellung der Naturgesetze. Durch die Verbindung der topogenen und hylogenen Momente gibt er uns eine Definition von Raum und Körper. Fernerhin schließt er aus den Verhältnissen dieser Momente, daß die Sätze der physischen Geometrie realen Inhalt haben, „daß ihre Axiome bestimmt werden, nicht von bloßen Formen des Vorstellens, sondern von Verhältnissen der realen Welt" (404,2). Der Ablauf realer Prozesse steht unter dem Einflusse der topogenen Momente. Mit der Einführung dieser Momente will er also nachweisen, daß unsere Wahrnehmungen räumlicher Verhältnisse realen Inhalt haben, und nicht, wie Kant und Schopenhauer, den Raum selbst. Das Ganze ist ein Beweis für die von uns unabhängige Realität des in Raum und Zeit Wahrgenommenen. Das Gebiet des Realen oder der Dinge an sich, d. h. die Natur in der Zuordnung ist das Gebiet der Empfindungsvorgänge. Dieses ist das System der Zeichen, jenes das System des Wirklichen. Die Erfahrung ist die Erfahrung von dem Wirklichen, das im Zeichen (Empfindung) zu uns spricht. Hieraus ergibt sich, daß dem System, in dem wir als Sinneswesen leben, keine bestimmte Gesetzmäßigkeit an sich zukommt. Den absolut gegebenen Maßbegriff, den er gesucht hat und auf Empirie begründen wollte, hat er nicht gefunden, denn die Euklidizität ist nicht erfahrungsgemäß zu beweisen, sondern sie ist eine freie Setzung. Für den Kritismus ist die Welt des Wirklichen die gesamte Erscheinungswelt. Der Kausalbegriff ist für Helmholtz eine Kategorie der Welt des Wirklichen. — Kant nennt „wirklich" alles, was mit den materiellen Bedingungen der Erfahrung zusammenhängt. Das Dasein der Dinge hängt mit unseren Wahrnehmungen in einer möglichen Erfahrung zusammen. Unsere äußere Wahrnehmung bestimmt unmittelbar etwas „Wirkliches" im Raume, sie ist das „Wirkliche" selbst. Das „Reale" äußerer Erscheinungen kann nur wirklich sein in der Wahrnehmung. Eine andere Weise der Möglichkeit gibt es für ihn wegen der Subjektivität des Raumes und der Kategorien nicht.

e) Das Kausalgesetz.

Helmholtz glaubt fest an das Kausalgesetz. Diesen Glauben, zu dem er sich schon in der Erhaltung der Kraft bekannte, hat er stets bewahrt. Die Kausalität ist einer der wenigen Stammbegriffe, die Helmholtz aus der Kantschen Kategorientafel übernommen hat. Für Kant sind die Kategorien die Begriffe des reinen Verstandes, für Helmholtz dagegen solche des Denkens und Seins. Darum sind sie für den Naturforscher anwendbar auf das Ding an sich, ihre transzendentale Gültigkeit ist die Bedingung für die Erkenntnis der Welt des Wirklichen. Neben dem rein formalen Charakter bei Kant nehmen bei Helmholtz die Kategorien auch noch inhaltlichen an. Das Wort Kausalität begegnet uns zuerst in seiner Abhandlung über die Erhaltung der Kraft. In dieser Abhandlung, wo er alles über Bord wirft, was nach Philosophie riecht, gibt er eine rein physikalische Erklärung des Kausalgesetzes. Aufgabe der Physik ist es: „die Gesetze zu suchen, durch welche die einzelnen Vorgänge in der Natur auf allgemeine

Regeln zurückgeleitet und aus letzteren näher bestimmt werden können. Diese Regeln sind nichts als Gattungsbegriffe, durch welche sämtliche dahin gehörige Erscheinungen zusammengefaßt werden. Der theoretische Teil der Physik sucht die unbekannten Ursachen der Vorgänge aus ihren unsichtbaren Wirkungen zu finden; er sucht, dieselben zu begreifen nach den Gesetzen der Kausalität" (E. d. K. 3 f.). Zu dieser Annahme sieht er sich genötigt, durch den Grundsatz, daß jede Veränderung in der Natur eine zureichende Ursache haben muß.

Das Kausalgesetz ist ihm stets ein aller Erfahrung vorausgehendes Gesetz gewesen. Nie hat er an dieser Behauptung gezweifelt, mag die Beweisführung der Apriorität sehr wechselnd und vielgestaltig sein und schließlich zur vollständigen Umbildung des ganzen Begriffs des Kausalgesetzes führen. Später gibt er selbst zu, in einem Zusatz zur Erhaltung der Kraft anfangs ein gläubigerer Kantianer gewesen zu sein als jetzt. „Ich habe mir erst später klar gemacht, daß das Prinzip der Kausalität in der Tat nichts anderes ist, als die Voraussetzung der Gesetzlichkeit aller Naturerscheinungen" (ebd. 53). Dem Kausalgesetz eine empirische Deutung zu geben, hält er nicht für berechtigt. Alle Erfahrung geht erst von ihm aus. „Wir können überhaupt zu keiner Erfahrung von Naturobjekten kommen, ohne das Gesetz der Kausalität schon in uns wirkend zu haben, es kann also nicht aus der Erfahrung, die wir an den Naturobjekten gemacht haben, abgeleitet werden" (30, 3 P. O.). Daß das Kausalgesetz kein durch Induktion gewonnenes Gesetz ist, widerlegt er mit dem Beweise, daß die Zahl der Fälle, wo wir den kausalen Zusammenhang von Naturprozessen vollständig nachzuweisen glauben, verhältnismäßig gering sei gegen die Zahl der noch nachzuweisenden; in erster Linie sind gemeint die Vorgänge in der organischen Natur. „Diesen gegenüber nehmen wir in den Tieren und im Menschen nach den Aussagen unseres eigenen Bewußtseins sogar mit Bestimmtheit ein Prinzip des freien Willens an." Also gerade die uns am besten und genauesten bekannten Fälle unseres Handelns betrachten wir als eine Ausnahme von diesem Gesetze. Wäre es nur eine Erfahrung, so ließe es sich mit den meteorologischen Regeln und dem Drehungsgesetze des Windes auf eine Stufe stellen" (30, 3 P. O.). Der Vortrag „Über das Sehen des Menschen" enthält ebenfalls einen Beweis für die Apriorität des Kausalgesetzes. Hier gibt er der Meinung Ausdruck, daß wir die Wirkungen der Gegenstände der Außenwelt auf unseren Nervenapparat, nicht die Gegenstände selbst unmittelbar wahrnehmen (116, 1); er setzt die Gegenwart äußerer Objekte als Ursache für unsere Nervenerregungen voraus. Eine Wirkung ohne Ursache gibt es für Helmholtz nicht. Jede Wirkung hat ihre Ursache; dies ist kein Erfahrungssatz. „Wir gebrauchen ihn", sagt Helmholtz, „um nur überhaupt zu der Erkenntnis zu kommen, daß es Objekte im Raume um uns gibt, zwischen denen ein Verhältnis und Wirkung bestehen kann" (116, 1). Das Gesetz aus der inneren Erfahrung des Selbstbewußtseins abzuleiten, vermeidet er deshalb, weil er der Überzeugung ist, daß die selbstbewußten Akte unseres Willens und Denkens frei sind, „d. h. wir leugnen, daß sie notwendige Wirkungen ausreichender Ursachen seien" (116, 1). Auf Grund dieser Beweise sah er sich veranlaßt, das Kausalgesetz mit Kant als ein vor aller Erfahrung gegebenes Gesetz

anzusehen. In der „Physiol. Optik" heißt es: „Endlich trägt das Kausalgesetz den Charakter eines rein logischen Gesetzes. Zwar aus diesem einfachen Grunde, weil es nicht direkt die Erfahrung betrifft, sondern deren Verständnis" (30, 3 P. O.). Es ist der eigentliche Faktor, durch den unsere Induktionsschlüsse überzeugende Gewalt erhalten. Das Kausalgesetz ist nichts anderes als die Forderung, alle Naturerscheinungen begreifen zu wollen, falls sie zu begreifen sind, nichts anderes als der Trieb unseres Verstandes, all unsere Wahrnehmungen seiner eigenen Herrschaft zu unterwerfen. Es ist kein Naturgesetz. Für Helmholtz ist es „regulatives Prinzip" unseres Denkens, ein transzendentales Gesetz, „das Vertrauen in die Gesetzmäßigkeit des Geschehens, das „Vertrauen auf die vollkommene Begreifbarkeit der Welt". Der Kausaltrieb muß uns angeboren sein, weil er schon beim Aufbau der Welt der Wahrnehmungen wirksam war, weil wir nur durch Kausalitätsschlüsse zu Naturobjekten kommen können (vgl. 30, 3 P. O., 453 P. O.[1]). Seine Wirkung ist demnach nur eine tatsächliche und wirkliche, auf die vertraut werden muß, die keineswegs zu beweisen ist, weil der erste Schritt unserer Erfahrung ohne Anwendung des Kausalgesetzes unmöglich ist. Die Frage, ob sich das Prinzip der Kausalität auch künftig bewähren würde, beantwortet Helmholtz dahin, daß er den Rat gibt: „Vertraue und handle". Durch diese letzte Auffassung gibt er dem Kausalgesetz eine hypothetische Fassung. Den Beweis dieses hypothetischen Charakters liefert uns eine Formulierung des Gesetzes in seinem Nachlaß. „Das Kausalgesetz ist nur eine Hypothese und nicht anders erweisbar als eine solche. Keine bisherige Gesetzmäßigkeit kann künftige Gesetzmäßigkeit beweisen. Den übrigen Hypothesen, welche besondere Naturgesetze aussagen, gegenüber hat das Kausalgesetz folgende Ausnahmestellung:

1. Es ist die Voraussetzung der Gültigkeit aller andern.
2. Es gibt die einzige Möglichkeit für uns, überhaupt Nichtbeobachtetes zu wissen.
3. Es ist die notwendige Grundlage für absichtliches Handeln.
4. Wir werden daraufhin getrieben durch die natürliche Mechanik unserer Vorstellungsverbindungen.

Wir sind also durch die stärksten Triebfedern veranlaßt, es richtig zu wünschen. Es ist die Grundlage alles Denkens und Handelns. Ehe wir es nicht haben, können wir es auch nicht prüfen. Wir können also nur daran glauben, danach handeln" (L. K. 247, 1).

Nicht ist es Kant, auf den er hier baut, sondern auf die positivistische Lehre Humes. Nach Hume können wir niemals Ursachen oder Gesetze wahrnehmen, sondern nur Ereignisse und Geschehnisse, aus denen wir auf Ursächlichkeit und Notwendigkeit schließen. Das Gesetz ist nicht allgemeingültig, objektiv und notwendig, dem alle Ereignisse unterworfen sind, sondern es ist eine bloße geistige Zusammenfassung und abgekürzter Ausdruck für unsere mannigfache Erfahrung. Wo bleibt die Garantie dafür, daß beobachtete Abfolgereihen in Zukunft immer dieselben bleiben werden? Er definiert das Gesetz einfach als eine beobachtete Gewohnheit in der Abfolge des Geschehens. Die Gewohnheit besitzt keine „Notwendigkeit". Nur die mathematischen Formeln besitzen wegen ihrer Tautologie notwendige Wahrheit. — Helmholtz gibt dem

Kausalgesetz nur eine rein psychologische Fassung, wonach es nur Denkmittel ist, aber keine objektive Realität, Helmholtz schwankt in der Auffassung. An der Stelle, wo er mit Hume vom Vertrauen spricht, bringt er viele psychologische Motive in das Kausalproblem hinein. Er spricht den Wunsch aus, daß es so sei, während nach Kant es so ist, weil wir der Materie die Gesetze vorschreiben, weil wir eine Welt der Erscheinungen nach den Regeln unseres Verstandes ausbilden. Ebenfalls findet sich ein Widerspruch gegen Kant da, wo er davon spricht, daß wir keine weitere Bürgschaft als den Erfolg für das Kausalgesetz haben. Bei Kant kann es gar nicht anders sein, als daß alles kausal geschieht, und bei Helmholtz vertrauen wir bloß darauf: bei jenem die Welt der uns (notwendig) gedachten Erscheinungen, bei diesem die Welt des Realen, der wir vertrauen, daß sie kausal verknüpft sei. Helmholtz' Ansicht ist rein pragmatisch. Ob Helmholtz sich absichtlich in den Gedankengängen des Positivismus bewegt hat oder unbewußt, darüber hat man sich gestritten. Riehl hält jedenfalls die positivistischen Gedankengänge für sein System nicht von Bedeutung. Für Kant ist das Kausalgesetz wie alle Kategorien eine konstitutive Bedingung für die Möglichkeit der gegenständlichen Erkenntnis, eine reine Denkform; für Helmholtz nur das regulative Prinzip. Die Gültigkeit ist bei Kant durch ihre transzendentale Geltung verbürgt. Kant bringt das Kausalgesetz auf eine einfache Formel: „Alles, was geschieht (anhebt zu sein) setzt etwas voraus, worauf es nach einer Regel folgt". Alles Geschehen ist determiniert durch etwas ihm Vorausgehendes. Die Wirkung tritt gerade jedesmal dann ein, wenn die Ursache in ein gewisses Stadium getreten ist. Das Ursachen-Wirkungs-Verhältnis ist ein streng gesetzmäßiges. Die absolute Herrschaft des Kausalgesetzes über die Natur, von der Helmholtz unverbrüchlich überzeugt ist, veranlaßt ihn, auf das Kausalgesetz seine gesamte Philosophie aufzubauen.

3. Die Methode der Erkenntnis.

Jede Wissenschaft sucht sich eine geeignete Methode, d. h. ein logisches Verfahren zur Ermittlung der Erkenntnis. Induktion und Deduktion sind die beiden Methoden, nach denen die Wissenschaft arbeitet. Wovon hängt nun diese Methode ab? Entweder von unserem Denken oder vom Gegenstand. Vorwiegend bedient sich die Naturwissenschaft der induktiven Methode. Der Deduktion bedient sie sich erst nach vollständig gewonnener Induktion. Beide Methoden sind gegenseitig aufeinander angewiesen in allen Wissenschaften. Die induktive Methode besteht darin, daß eine aus irgendwelchen Beobachtungen entstandene Vermutung über den Zusammenhang gewisser Erscheinungen, planmäßig an den Tatsachen geprüft wird mittels des Experimentes und so immer mehr Gewißheit bekommt. Ihr Resultat sind die allgemeinen Begriffe und Gesetze. Sie zieht aus den Ursachen und Erfahrungen die Ursachen heraus, um daraus wieder neue Erfahrungen und Versuche abzuleiten, die neuere allgemeinere Gesetze darstellen. Unter Deduktion versteht man die Ableitung des Besonderen aus dem Allgemeinen. Helmholtz ist ein eifriger Verfechter der induktiven Methode. „Nichts ist einfacher, als die Methode der Forschung dieser Wissenschaften (Naturwissenschaften) . . . . . .

diese Methode, die unter der induktiven beschrieben zu werden pflegt, ist nichts anderes als das Verfahren, welches der sogenannte gesunde Menschenverstand für die praktischen Zwecke des täglichen Lebens ohne wissenschaftliche Leitung von selbst einzuschlagen pflegt . . .". Das Formelgewirr in der modernen Wissenschaft, der Mechanik usw., die die widerstrebende Natur dem Menschen untertänig macht, ist auf demselben Wege entstanden, wie die einfachsten Arbeiten des Menschen. Mit Hilfe einer streng logischen Schlußfolgerung gelang es ihm, aus gegebenen Prämissen die kompliziertesten physikalischen und mathematischen Probleme zu lösen. Denselben Weg verfolgte er bei seinen Experimentalarbeiten. In einem der vorhergehenden Kapitel wurde gesagt, daß die Gesetzmäßigkeit die Voraussetzung für die Begreifbarkeit der Welt sei, daß das Kausalgesetz die vollkommene Begreifbarkeit der Welt ausspricht. Dieses Begreifen bezeichnet Helmholtz als die Methode, mit der sich unser Denken die Welt Schritt für Schritt unterwirft. Helmholtz hält es für die Pflicht des Menschen, diese Methode auf alles Vorkommende auszudehnen. Diese Methode, das Begreifen, ist die Bürgschaft für das Kausalgesetz selbst. Wir sind nur auf seinen Erfolg angewiesen. Er sagt: „Wir könnten in einer Welt leben, in der jedes Atom von jedem andern verschieden wäre und wo es nichts Ruhendes gäbe. Da würde keinerlei Regelmäßigkeit zu finden sein und unsere Denktätigkeit müßte ruhen" (243, 2). Somit ist also das Begreifen, das Eindringen in die Gesetzmäßigkeit der Natur, die Methode der Erkenntnis. Das Verfahren, die Naturerscheinungen zu begreifen, ist, daß wir Naturgesetze und Gattungsbegriffe suchen. Wäre es nicht möglich, alle Naturerscheinungen in allgemeingültigen Gesetzen zusammenzufassen, würden wir die Gesetze niemals als Ursachen der Erscheinung hinstellen können. Wenn dieses tatsächlich der Fall wäre, würde jede Möglichkeit des Begreifens aufhören. Da wir jedoch keine andere Methode als das Begreifen haben, müssen wir mit der Voraussetzung an die Untersuchung gehen, daß sie zu begreifen sind. Was uns zu dieser Annahme treibt, ist das Gesetz vom hinreichenden Grunde, das selbst kein Naturgesetz ist, sondern nur der Trieb unseres eigenen Verstandes, die Natur zu begreifen. Finden wir bei der Untersuchung auf induktivem Wege, „daß die Naturerscheinungen unter einem bestimmten kausalen Zusammenhang zu subsumieren sind, so ist das allerdings eine objektiv gültige Tatsache und entspricht objektiven besonderen Beziehungen zwischen den Naturerscheinungen, die wir in unserem Denken als Kausalzusammenhang derselben ausdrücken und eben nicht anders auszudrücken wissen" (31, 3 P. O.). Sind wir davon überzeugt, daß unsere Wahrnehmungen richtig sind, ist der weitere Weg der Untersuchung im wesentlichen durch die Induktion vorgezeichnet. Der logischen Induktion stellt er die künstlerische gegenüber, die uns bei den Kunstwerken entgegentritt (171, 1). Wie man die Resultate in den einzelnen Wissenschaften gewinnt, ist ganz verschieden. Die Naturwissenschaften führen ihre Induktion bis zu allgemeinen Gesetzen durch. Die Geisteswissenschaften sind auf das psychologische Taktgefühl angewiesen, aus dem sie ihre Urteile konstruieren. Als Beispiel führt er die philologischen Wissenschaften an (vgl. 172, 1). Den Weg zu der induktiven Untersuchung fand er vorgezeichnet in den induktiven Schlüssen der Logik John

Stuart Mills. Das induktive Schlußverfahren des Positivismus sagt ihm deshalb am meisten zu, weil es konzentriert seinem Ziele zusteuert, um jegliche Fehler, die bei den induktiven Naturwissenschaften in ihrer Gedankenverbindung sehr leicht unterlaufen, zu vermeiden. Dies ist deshalb der Fall, weil das Resultat der Ergebnisse meist direkt mit der Wirklichkeit in Vergleich steht (178, 1). Als wesentliche Bedingung für den methodischen Fortschritt unserer Erkenntnis sieht Helmholtz die Konzentration auf einen Punkt an. Ebenso wie bei Mill stehen bei ihm Beobachtung und Experiment im Mittelpunkt der Erkenntnisgewinnung. — Die Erfahrung lehrt uns, wie sich die Dinge um uns herum verhalten bei den Eingriffen und Änderungen, die wir durch unsere Handlungen vornehmen. Durch hinlängliche Beobachtung und Erfahrung setzen wir voraus, daß in jedem eintretenden Falle der Verlauf der Dinge derselbe sei. Die wissenschaftliche Forschung sucht möglichst vollständige Beobachtung der Einzelfälle und ihrer Variationen. Diese Vollständigkeit, die sich oft spontan dartut, muß jedoch in den meisten Fällen durch das Experiment absichtlich herbeigeführt werden. Dabei grenzen wir von den Bedingungen jene ab, unter denen ein Erfolg eintritt oder ausbleibt. Nachdem dann das so Gefundene in Begriffe zusammengefaßt wird, wird die Erfahrung des Menschen erweitert durch die Erfahrung selbst. Die Helmholtzsche Methode hat mit der Kantschen nichts gemeinsam. Kants philosophische Methode ist die transzendentale Kritik. Sie will nicht beweisen, was aus der Erfahrung stammt, sondern sie will das, was nicht aus der Erfahrung stammt, für die Erfahrung beweisen. Die Methode ist für ihn ein Verfahren nach „Prinzipien der Vernunft", wodurch das „Mannigfaltige" einer Erkenntnis allein ein System werden kann. Die Methode geht aller Vernunft voraus, sie muß aus der Natur der Wissenschaft selbst herausgenommen sein, um als Methode, die „Einheit eines Ganzen der Erkenntnis aus Prinzipien", gültig zu sein.

4. Das Ding an sich und das a priori.

Die Wahrnehmungstheorie und der Abschnitt „Wirklichkeit" zeigten uns, daß ein transzendent objektives Reale auf die psychischen Wesen einwirkt, die Empfindungen hervorruft, die weiter zu Vorstellungen von einer Außenwelt ausgebildet werden. Dieses Reale oder Reelle setzt Helmholtz dem Kantschen Ding an sich gleich. Das Reale oder die Wirklichkeit ist in seiner Erkenntnis abhängig von dem Umfang der Erkenntnis der Gesetze. Wenn Kant alle Erkenntnisse auf die Erscheinungswelt, die Phänomene beschränkt, dehnt Helmholtz sogar das Erkenntnisobjekt auf die Welt an sich aus, die Noumena. Die Dinge an sich sind bei Helmholtz der Kausalität unterworfen. Das Kausalgesetz entspricht besonderen objektiven Verhältnissen zwischen den Naturerscheinungen, die wir in unserem Denken als Kausalzusammenhang ausdrücken. Bei Kant ist die Erscheinungswelt ungeordnet, in die erst durch die Formen von Anschauen und Denken Ordnung und Gesetzmäßigkeit kommt. Jede Veränderung hat ihre Ursache, der Kausalsatz bewährt sich hinreichend in der Erfahrung. Erfahrungserkenntnis von demselben ist nur möglich, wenn er für Erfahrung gilt. Der Naturforscher setzt für die Dinge an sich die physikalischen Vorgänge, die er mit Gewißheit oder hypothetischen Reizur-

sachen der Sinnesnerven gefunden hat. Damit gibt Helmholtz sich aber nicht zufrieden, sondern er will seine empiristische Theorie metaphysisch begründen. Dadurch gerät er in einen erbitterten Streit mit den Philosophen vom Fach.

Durch Reflexion über die Sinnesqualitäten kommt Helmholtz zu der Auffassung, daß unsere Empfindung die Gegenstände überhaupt nicht abbilden könne in der realen Welt, sondern daß sie nur auf deren Dasein hindeute. Deswegen hält Helmholtz unsere Erkenntnis für ein Zeichensystem unbekannter Verhältnisse der „Dinge an sich". Zwischen Empfindung und affizierendem Objekt besteht eine Beziehung der Abhängigkeit. Diese Wirkung ist weiter nichts als eine Beziehung zwischen Ding an sich und Empfindung. Kant kennt jene Beziehung in diesem Sinne nicht. Das Kantsche Ding an sich kann weder erfahren, erkannt, gewußt werden. Soweit es jene Realität bedeutet, die unsere Sinnlichkeit affiziert und der gegenüber diese sich rezeptiv verhält, entspringt es einer realistischen Theorie der Wahrheit, die Kant „bloß damit wir etwas haben, was der „Sinnlichkeit einer Rezeptivität entspricht" annimmt. Das „Ding an sich oder das „Reelle" im Sinne Kants in positiven Bestimmungen vorzustellen, hält Helmholtz für eine contradictio in adiecto. Wir kennen die Dinge an sich in der Außenwelt nur in unserer Zeichensprache.

In gewissem Sinne hat das Helmholtzsche Ding an sich Verwandtschaft mit Locke, der die Welt in die Summe ihrer Qualitäten auflöste und nur die Realität der primären Qualitäten anerkannte. Die Welt der primären Qualitäten ist die Welt der Dinge an sich, deren absolute Realität er voraussetzt. Durch Erfahrung werden wir nur soweit über die wirkliche Welt in Kenntnis gesetzt, als sie zu erreichen ist. Die Körper an sich besitzen nur die Eigenschaften, die wir ihnen beilegen. Was ihnen außer uns zukommt, können wir nicht erfahren. — Wenn Locke zwischen primären und sekundären, oder wenn man so will, zwischen subjektiven und objektiven Qualitäten unterscheidet, so kommen die objektiven der Natur und den Dingen an sich zu. Der Träger der Qualitäten ist die Substanz. Die Substanz, die Modi und die Relation sind Ideen, die der Sinnenwelt nicht angehören, sondern sie stammen vielmehr aus dem Verstande selbst. Angeborene Ideen kennt Locke nicht. Die Ideen entstammen der inneren und äußeren Wahrnehmung, wobei er dann wieder zwischen einfachen und zusammengesetzten unterscheidet. Zunächst haben wir in der Erfahrung atomare Eindrücke, die dann durch den Verstand verarbeitet werden. Die Substanz kann nicht mit den Sinnen erkannt, sondern muß aus den Eigenschaften erschlossen werden. Obschon die Substanz unerkennbar ist, besitzt sie aber Realität. Das Lockesche System hat demnach zwei Gedankenschichten: einmal die zuerst durch die Erfahrung gegebenen Ideen, d. h. die subjektive Vorstellung, ein andermal die Ideen, hervorgebracht durch die selbständige Tätigkeit des Verstandes. Bei ihm kommt der Evidenzvorrang der inneren Wahrnehmung gegenüber der äußeren in vollem Ausmaße zur Geltung.

Rückblickend können wir sagen: jeder Versuch, die Dinge an sich jenseits der Erfahrungsgrenzen zu erkennen, ist nach Kant aussichtslos; nach Helmholtz können wir durch unsere Erfahrung tiefer in das Wesen und die Erkenntnis der Dinge an sich eindringen.

Das a priori hat bei Helmholtz den Kantschen Sinn beinahe ganz verloren. Für Kant ist das a priori das Allgemeingültige und Notwendige. Es wurzelt in den Funktionen des erkennenden Subjektes. Die Aufgabe Kants war, zu untersuchen, was die Vernunft ohne jeden Beistand zu leisten vermag. Erkenntnis, die unabhängig von aller Erfahrung gültig ist, bezeichnet Kant als Erkenntnis a priori. Seine Hauptfragestellung ist: Wie sind synthetische Urteile a priori möglich? Die Deutung, die Helmholtz dem a priori gibt, hat nur noch den Sinn „vor aller Erfahrung". An anderer Stelle gibt er ihm den Sinn von „angeboren". Das a priori stellt in seiner empiristischen Anschauungsweise ein Faktum unserer physisch-psychischen Organisation dar.

VI. Möglichkeit, Gewißheit und Grenzen der Erkenntnis.

1. Umfang und Grenzen der Erkenntnis des Wirklichen.

So groß der Erkenntnisdrang des Menschen auch sein mag, er findet seine Grenzen. Erkenntnis ist nur dort möglich, wo ein Zugang zu Gegenständen gegeben ist. Von Seiten des Erkenntnisobjektes sind uns erhebliche Grenzen gesetzt, die engsten Grenzen jedoch durch die Grenzen der Subjektausstattung. Vielleicht würde eine bessere Sinnesausstattung uns die Welt von anderen Seiten zeigen, uns anderen Qualitätenreichtum offenbaren. Unsere Betrachtung der Außenwelt gegenüber ist entweder kausal mechanische Teilbetrachtung oder teleologische Ganzheitsbetrachtung. Hatte Helmholtz die Gesetzmäßigkeit als Gegenstand aller Erkenntnis proklamiert, so ist sie zugleich auch die Grenze aller Erkenntnis. Für den Naturforscher sind wissenschaftliche Feststellungen, Erkenntnisse nur soweit möglich, als unsere sinnliche Wahrnehmung reicht. Außerhalb dieses Erfahrungsgebietes hat jegliche Erkenntnis ein Ende. Wir können die Wirklichkeit selbst nicht wahrnehmen, sondern nur „die gesetzliche Ordnung im Reiche des Wirklichen", die sich abspiegelt im Zeichensystem unserer Sinneseindrücke. Letzter Sinn der naturwissenschaftlichen Erkenntnis ist das allgemeine Gesetz, das den Allzusammenhang bewirkt und erkennen läßt, und den ganzen Umfang der menschlichen Kenntnis enthält. Wir erkennen nicht die Dinge selbst, sondern nur das Zeichen, das auf eine dahinterstehende Realität hindeutet. Für Kant enthält diese Realität, das „Wirkliche", nicht mehr als das „Mögliche", außer der Beziehung auf mögliche Wahrnehmungen

Nach Helmholtz beruht alle Übereinstimmung zwischen den Sinneswahrnehmungen und der Außenwelt auf Erfahrung und der Prüfung ihrer Richtigkeit durch das Experiment. Die Übereinstimmung reicht soweit, als das Mittel der Prüfung reicht. Das Mittel der Prüfung reicht aber gerade so weit, als wir es für unser Handeln benötigen. Dadurch gibt er dem Erkenntnisproblem eine pragmatische Deutung, indem er den Sinn der Erkenntnis an der Übereinstimmung auf seine möglich praktischen Folgen zurückführt. Die Übereinstimmung der Wahrnehmung mit der Außenwelt beruht deshalb auf Wahrheit, weil die möglichen Folgen nützliche Folgen sind, ihre Sätze uns stets zu einer Handlung hinführen, die sich als nützlich erweist. Im Gebiete der Qualitäten, die Helmholtz als die Dinge an sich auffaßt, können wir nichts nachweisen. Was wir nachweisen können, sind höchstens die Nichtübereinstimmungen. „Nur die

Beziehungen der Zeit, des Raumes, der Gleichheit und die davon abgeleiteten Beziehungen der Zahl, der Größe, der Gesetzlichkeit, kurz das Mathematische, sind der äußeren und inneren Welt gemeinsam und in diesem kann in der Tat eine volle Übereinstimmung der Vorstellung mit dem abgebildeten Dinge erstrebt werden" (365, 1). Unsere Sinnesorgane leisten gerade so viel, daß es für die Aufgabe der Wissenschaft und für den praktischen Zweck des handelnden Menschen genügt (395, 1).

Unsere Empfindungen, die Zeichen für das Wirkliche oder Reelle sind, genügen Helmholtz vollkommen für die Abbildung der Gesetzmäßigkeit in den Vorgängen der wirklichen Welt. „Da Gleiches in unserer Empfindungswelt durch gleiches Zeichen angezeigt wird, so wird der naturgesetzlichen Folge gleicher Wirkungen auf gleiche Ursachen eine ebenso regelmäßige Folge im Gebiete unserer Empfindungen entsprechen". Die Zeichenfunktion genügt zur Erkenntnis der Gesetze der Natur, über die hinaus wir nichts erfahren können. Daher hält er ja unsere Erkenntnis auch, wie wir bereits oben erwähnten, für ein Zeichensystem unbekannter Verhältnisse der Dinge an sich.

Welches waren für Kant die Grenzen? Kants Bemühen war, die Gültigkeit und die Grenzen menschlicher Erkenntnis festzustellen. Um die Grenzen der Erkenntnis zu bestimmen, mußte er die Beteiligung des Erkenntnisvermögens bei der Bildung von Erkenntnissen untersuchen. Da Erkennen Denken ist, und Denken nur auf Anschauung sich beziehen kann, so kann Gegenstand der Erkenntnis nur werden, wovon erstens das Material der Empfindung in der Anschauung gegeben ist und das dann zweitens durch die Formen des Denkens zum Gegenstand der Erfahrung geformt wird. So ist unsere Erkenntnis auf das Gebiet der möglichen Erfahrung, das sind die Erscheinungen, beschränkt. Was über die Erfahrung hinausgeht, kann niemals Gegenstand der Erkenntnis werden, weil von ihm jede Anschauung fehlt und keine Empfindung gegeben ist. Wir können von den Dingen a priori nur das erkennen, was wir selbst in sie hineinlegen. Nicht die äußere Wahrnehmung ist für Kant die Quelle der Erkenntnis, sondern liefert lediglich das Erkenntnisobjekt. Kant stellt an die Spitze seines Systems die apriorischen Erkenntnisse, Helmholtz die Wahrnehmungen.

Für Helmholtz liegt die Grenze unserer Erkenntnis im Realen. Was das Reale in seinem Wesen ist, bleibt der Helmholtzschen Welt unbekannt. Helmholtz lehnt jede Metaphysik als Wesenserkenntnis ab. In seinen Erkenntnissen ist der Naturforscher kein reiner Empirist. Um die Ursachen und Kräfte der Naturerscheinungen erklären zu können, beschreitet er das Gebiet der abstrakten Begriffe, die sich aus Wahrnehmen plus Denken zusammensetzen. Damit folgt er Kant. Zusammenfassend: Sowohl Grenze als auch Umfang der Erkenntnis liegen für Helmholtz in der Erkenntnis des Realen.

2. Die Möglichkeit der Erkenntnis und ihr Inhalt.

Kant wollte diejenigen Faktoren ausfindig machen, von denen sich Allgemeingültigkeit und Notwendigkeit der Erkenntnis herleiten. Ausgangspunkt ist für Kant der Streit um die Möglichkeit einer Metaphysik. Kant unterscheidet bei der Erkenntnis einen rationalen und einen empiri-

schen Faktor. Der Stoff, „das Gewühl der Empfindungen", ist uns gegeben, die Form bringen wir selbst an den Stoff heran. Sie stammt aus uns und begründet Notwendigkeit und Allgemeingültigkeit der Erkenntnis. Das Erkennen ist nicht ein Abbilden, sondern ein Formen und Gestalten. Für Helmholtz ist das Erkennen ein Abspiegeln der gesetzmäßigen Verhältnisse im Reiche des Wirklichen mittels unseres Zeichensystems. Jede Möglichkeit der Erkenntnis setzt die Kenntnis eines bestimmten Zeichensystems voraus. Dadurch, daß es eine Beziehung gibt, in der unsere Wahrnehmungen mit der Außenwelt übereinstimmen, ist die Erkenntnis möglich. Mit Hilfe dieser Übereinstimmung geben uns die Vorstellungen die Abbildung der Gesetzmäßigkeit in der wirklichen Welt. Zur Kenntnis von der Außenwelt gelangen wir durch einen Schluß, wie uns das Kapitel über Induktionsschlüsse gezeigt hat. Das Schlußverfahren ist die einzige Möglichkeit für Aufbau und Entwicklung aller Erkenntnisse und deren Inhalt. Indem wir unsere Vorstellungen zur Regelung unserer Bewegungen und Handlungen verwerten lernen, gewinnen sie die volle Wahrheit. Unsere Vorstellungen von der Außenwelt sind wahr, wenn sie uns zwingende Anweisung geben über die Folgen unserer Wahrnehmung und richtige Schlüsse über die zu erwartenden Veränderungen derselben zulassen. Diese Art von Wahrheit kommt den richtig gebildeten Vorstellungen des Menschen fast ausnahmslos zu. In dem Erkenntnisprozesse haben für ihn nur die synthetischen Urteile Gültigkeit, die durch mögliche Erfahrung jetzt oder künftig bestätigt werden können, sei es in innerer oder äußerer Anschauung. Die apriorischen Urteile kümmern ihn wenig, weil sie nichts über die Wirklichkeit aussagen. Als synthetische Urteile bezeichnet Helmholtz die echten schlichten Wahrnehmungsurteile, die im wesentlichen den Erkenntnisfortschritt bedingen. Die analytischen Urteile dienen insofern dem Erkenntnisfortschritt, daß sie zusammen mit synthetischen Urteilen als Grundlage oder Vordersätze von Schlüssen fungieren. Weil uns die synthetischen Urteile den Erkenntnisfortschritt sichern, suchen wir ständig nach neuen synthetischen Erkenntnisgrundlagen. Alle schlichten Wahrnehmungsurteile bilden eine erste Klasse von Erkenntnisgrundlagen. Sie sind Realurteile über gegenwärtig im Bewußtsein des Wahrnehmenden und Urteilenden daseiende Gegenstände. Ich komme also mit dieser Klasse von Erkenntnissen nicht über mein eigenes gegenwärtiges Bewußtsein hinaus. Um jedoch über die Subjekterkenntnis hinauszukommen, müssen wir noch andere Erkenntnisgrundlagen haben. Dies sind die analytischen Urteile und die synthetischen Idealurteile usw., über die an dieser Stelle nicht näher berichtet werden soll. Da ich durch schlichte Wahrnehmung die Wahrheit von Urteilen — die Urteile nach Helmholtz aus den Analogieschlüssen gewonnen — über meine eigenen gegenwärtigen Bewußtseinsinhalte sicherstellen kann, ist gesicherte Erkenntnis möglich. Die Wahrnehmungsurteile bieten uns gesicherte Erkenntnis. Die einzige Quelle der Erkenntnis ist die Wahrnehmung, die elementare Erfahrung. Soll diese eine Erkenntnis, ein Urteil suchen, so hat sie festzustellen, daß der Prädikatsgegenstand am Subjektsgegenstand sich findet, d. h. die Übereinstimmung zwischen Sinneswahrnehmung und Objekt, die die Grundlage aller Erkenntnis ist. Dieser Forderung genügt Helmholtz mit seiner Zeichen- und Schlußtheorie.

Mit Recht vertritt Schwertschlager den Standpunkt, daß Helmholtz in seinen naturwissenschaftlichen Werken nie an der Gewißheit und Wahrheit der Erkenntnis gezweifelt habe. Wenn er jedoch fortfährt: „Wo aber Helmholtz wie in den „Thats" philosophisch über seinen Standpunkt reflektiert, da kennt er keine Gewißheit mehr, nur Zweifel. Die realistische Ansicht ist ihm nur Hypothese, nicht besser und nicht schlechter wie die idealistische, welche das Dasein der Außenwelt leugnet. Von einer Denknotwendigkeit hier zu sprechen, dünkt ihn ganz unwissenschaftlich. Das Kausalgesetz, durch welches wir wissenschaftliche Systeme bilden, spricht ein bloßes Vertrauen auf die Begreifbarkeit der Welt aus und begründet dem Idealismus gegenüber höchstens eine Wahrscheinlichkeit der Außenwelt und damit unsere Erfahrung über dieselbe. Damit erklärt sich Helmholtz als Skeptiker und verfällt den, wie er sagt, idealistischen Zweifeln" (S. 84),[29]) dürfte er sich m. E. geirrt haben, denn Helmholtz weist sehr wohl darauf hin, daß sowohl die realistischen als auch idealistischen Meinungen metaphysische Hypothesen sind, die wissenschaftlich nur dann berechtigt sind, wenn sie als solche anerkannt werden. Dabei vergißt er nicht, darauf aufmerksam zu machen, wie schädlich diese werden können, wenn man sie als Denknotwendigkeiten oder Dogmen hinstellt. Die Hypothesen sind für das Handeln unerläßlich, weil man nicht immer auf „eine gesichert wissenschaftliche Entscheidung" warten kann, sondern sich gar oft nach dem „moralischen und ästhetischen Gefühl" entscheiden muß. „In diesem Sinne", so drückt sich Helmholtz aus, „wäre auch gegen die metaphysischen Hypothesen nichts einzuwenden. Wohl bemerkt: der Denker darf den hypothetischen Ursprung seiner Sätze nicht vergessen." Mag er sich auch hinsichtlich des Kausalgesetzes in seinen letzten Ansichten an Humes Lehre angeschlossen haben, so hat er doch wahrscheinlich im Grunde nie an der Wahrheit und an der Apriorität des Kausalgesetzes gezweifelt. (Schl. 130).

Helmholtz hat nie an der Evidenz unserer Erkenntnis gezweifelt, wenn er auch teilweise auf den Positivismus zurückgreift. „Die Sicherheit und Genauigkeit unserer Sinneswahrnehmungen muß mindestens so weit gehen, als die Sicherheit und Genauigkeit, welche unsere Handlungen erreichen können, und der Glaube an die Zuverlässigkeit unserer Sinne ist deshalb kein blinder Glaube, sondern ein nach seiner praktischen Richtigkeit durch unzählbare Versuche immer wieder geprüfter und bewährter". Darum genügt die Leistung unserer Sinnesorgane gerade für „die Erfüllung der Aufgabe der Wissenschaft und die praktischen Zwecke des handelnden Menschen" (395, 1).

VII. Metaphysik.

Das Leitmotiv des Helmholtzschen Denkens und Handelns ist das Streben, die gesamte Wissenschaft auf dem Boden beobachteter Tatsachen aufzubauen, sie von allen metaphysischen Sätzen zu säubern. Die Metaphysik ist für ihn die vermeintliche Wissenschaft, welche durch reines Denken Aufschluß über die letzten Prinzipien des Zusammenhanges der Welt geben will. Nichts schien ihm für die Philosophie so verhängnisvoll

[29]) Schwertschlager, Kant und Helmholtz.

geworden zu sein, als ihre Verwechslung mit der Metaphysik (L. K. 118, 3). Bis zu einer gewissen Grenze werden wir ihm hierin Recht geben müssen. Denn Metaphysik beschränkt er doch nur auf die oben gegebene Definition. Nur von dieser Art Scheinwissenschaft pflegt er zu sagen: „ein metaphysischer Schluß ist entweder ein Trugschluß oder ein versteckter Erfahrungsschluß" (189, 2). Helmholtz meinte, es sei jetzt an der Zeit, wie früher gegen spiritualistische, so heute gegen materialistische Metaphysik Front zu machen. Er tadelt die Naturforscher, die den Atomen oder der Materie neue metaphysische Schlagworte beilegen. Der Verwerfung aller Philosophie, die bei den damaligen Naturforschern gang und gäbe war, stimmt er nicht zu; nur soweit willigt er ein, als sie sich auf die apriorische, metaphysische Spekulation, vor allem auf die Naturphilosophie Hegels, Schellings und der Romantik bezieht. Dies ist für ihn die vermeintliche Wissenschaft, die zu bekämpfen er nicht müde wird. „Die Metaphysik war es, welche hauptsächlich die Augen des großen Haufens der wissenschaftlichen Dilettanten auf die Philosophie gerichtet und ihr Scharen von Schülern und Anhängern zugeführt hat, freilich solche, die ihr mehr schadeten als die erbittertsten Gegner hätten tun können" (L. K. 118, 3). Dagegen hätte die Wirklichkeit, die in ihren Gesetzen der Wissenschaft gefolgt sei, sich reicher entfaltet, „als die äußersten Anstrengungen mystischer Phantasie und metaphysischer Spekulation sie auszumalen gewußt hätten" (135 Schl.). „Was wollen die Ausgeburten indischer Träumerei! Welche Metaphysik hat Begriffe verarbeitet von Wirkungen, wie sie Magnete und bewegte Elektrizität aufeinander ausüben, und welchem Schema scholastischer Begriffe sollen wir diesen Vorrat von wirkungsfähiger Energie einreihen, dessen Konstanz das Gesetz von der Erhaltung der Kraft aussagt . . . . das überall tätig ist, ein Protheus in immer neue Formen sich kleidend, durch den unendlichen Raum wirkend und doch nicht ohne Rest teilbar mit dem Raume, das Wirkende in jeder Wirkung, das Bewegende in jeder Bewegung, und doch nicht Geist und nicht Materie" (136 Schl.). Danach hat die Naturwissenschaft ihren Boden in dem Gesetzlichen des Wirklichen zu suchen[30]). Solange sie dieses Feld nicht verläßt, wird sie von „idealistischen Zweifeln" und den „hochfliegenden Plänen der Metaphysiker" nicht betroffen.

Vor den metaphysischen Hypothesen des Materialismus hat er sich sorgfältig gehütet. Gegen den Materialismus von Moleschott und Vogt hat er sich energisch gewehrt. „Nicht im entferntesten", schreibt er damals seinem Vater, „bin ich ein Anhänger ihrer trivialen Tiraden . . . . ein besonnener Naturforscher weiß sehr wohl, daß er dadurch, daß er etwas tiefer in das verwickelte Treiben der Naturprozesse Einblick gewonnen hat, auch nicht die Spur mehr berechtigt ist, über die Natur der Seele abzusprechen als jeder andere Mensch" (L. K. 292, 1). Das, was er gegen die Metaphysik sagt, will er nicht auf die gesamte Philosophie ausdehnen, sondern nur auf das „philosophisch-metaphysische Dilettanten-

[30]) Wie stark Helmholtz bei jeder Gelegenheit diesen Punkt betont, bringt Unna sehr schön zum Ausdruck: „So sehen wir Helmholtz sein ganzes Leben hindurch bemüht, seine Zeitgenossen darüber aufzuklären, daß nur auf dem Wege vorsichtiger Induktion und nur durch das Tor der Erfahrung wirkliche Erkenntnisse zu erlangen seien (S. 35).

tum, das da glaubt, mit wenig Mühe die Summe alles Wissenswerten kennenzulernen". Weiterhin legt er auseinander, daß durch Kants Zurückweisung der Ansprüche des reinen Denkens die spiritualistische Theorie zurückgedrängt worden sei, daß eine „Kritik der reinen Vernunft" eine fortdauernde Predigt gegen den Gebrauch der Kategorien des Denkens über die Grenzen der Erfahrung hinaus gewesen und daß er in allen metaphysischen Systemen nur Gewebe von Trugschlüssen erkannt habe. Dadurch jedoch, daß Kant die Axiome als a priori betrachtet habe, sei sie der Ankerplatz der Metaphysik geworden. Mit der Annahme, daß die Axiome keine reine Anschauung a priori seien, erschüttert er das ganze Kantsche System der Anschauungsformen und damit seine Philosophie überhaupt. Kant ist die Metaphysik entweder spekulativ, d. h. Metaphysik der Natur, oder praktisch, d. h. Metaphysik der Sitten. Wenn Helmholtz die Metaphysik aufgibt, glaubt er noch ein ebenso großes Arbeitsfeld vorzufinden in der Kenntnis der geistigen und seelischen Vorgänge und deren Gesetze.

Über die Analyse des tatsächlich vorhandenen Wissens finden sich in seinem Nachlaß wichtige Bemerkungen, die ich der Abrundung halber wörtlich zitieren will:

„a) Des Inhalts: 1. Unmittelbar reine Perzeptionen sind nur die Empfindungen. 2. Die Anschauungsbilder äußerer individueller Objekte sind Inbegriffe einer großen Zahl verschiedener Anschauungen. 3. Der Begriff eines daseienden Dinges enthält die Zuversicht ausgesprochen, daß ich bei geeigneten Bedingungen der Beobachtung stets wieder dieselben Sinneseindrücke von dem Dinge emvpfangen werde. 4. Die daseienden Dinge verändern sich, aber wir suchen und finden Gesetze für diese Veränderungen, d. h. für dieselben, die selbst unveränderlich bestehen bleiben, aber nur in Wirksamkeit, d. h. in Erscheinung treten, so oft die gleichen Bedingungen ihrer Wirksamkeit hergestellt sind. Dadurch unterscheiden sie sich vom Dasein der Substanzen, deren Erscheinungsweise nur vom Beobachter abhängig betrachtet wird, die der Naturgesetze von den Veränderungen im Daseienden. 5. Die Aufstellung eines Naturgesetzes enthält die Zuversicht, daß in allen künftigen entsprechenden Fällen die Erscheinungen sich dem Gesetze fügen werden. Ein vollständiges Gesetz, welches die Bedingungen und die Größe des Erfolges vollständig und genau angibt, ist für unser Wissen der genügende Grund, sicher auf den Erfolg zu schließen. Ebenso ist es dann objektiv anzusehen als Kraft, als der objektiv genügende Grund des Eintrittes. 6. Die naturwissenschaftlichen Hypothesen sind Versuche, Gesetze von einer weiter ausgedehnten Bedeutung zu finden, als die Beobachtungen unmittelbar erlauben.

Die empirisch nachweisbare Bedeutung des Wissens . . . die Vorstellungen sind Zeichen, welche durch Bewegungen rückübersetzbar sind in die Wirklichkeit. Reell gleich ist nur das Zeitverhältnis. — Die psychischen Prozesse, die der Entstehung des Wissens zugrunde liegen . . . . der Urquell alles Wissens ist die Übertragung des bisher Erfahrenen in das zukünftig zu Erfahrende, Deduktion der Grundbegriffe, die aus der Natur des Begreifens und der vorausgesetzten Möglichkeit vollständiger Lösung dieser Aufgabe her fließen." (L. K. 158, 2).

Zum Schluß der Arbeit sei es mir gestattet, meinen hochverehrten Lehrern meinen herzlichsten Dank auszusprechen. Zunächst ist es mir ein Bedürfnis, Herrn Professor D. Dr. Th. Steinbüchel, München für die Stellung des Themas und das große Interesse, das er stets meiner Arbeit in fördernder Weise entgegenbrachte, zu danken. Alsdann gilt insbesondere mein Dank Herrn Professor Dr. S. Behn, dem Referenten der Arbeit, der, da es Herrn Prof. Steinbüchel wegen Fakultätswechsel nicht mehr möglich war, die Arbeit zu referieren, die überaus große Freundlichkeit besaß, die Arbeit zu übernehmen und der mir in allen das philosophische Studium betreffenden Fragen beratend zur Seite stand.

Bezold, Wilhelm, Gedächtnisrede auf Hermann von Helmholtz. Leipzig 1895.
Claßen, J.: Vorlesungen über moderne Naturphilosophen, Hamburg 1908.
Conrat, Friedr.: Helmholtz' psychologische Anschauungen in Abhandl. zur Philosophie und ihrer Geschichte 17—18, Halle 1903/04.
Dubois-Reymond: Reden. Bd. II. Gedächtnisrede auf Hermann v. Helmholtz. 2. Auflage, Leipzig 1912.
Erdmann, Benno: Die philosophischen Grundlagen von Helmholtz' Wahrnehmungstheorie. Krit. erläutert. Berlin 1920/21. In: Abhandl. d. pr. Akad. d. Wiss. Berlin, phil. hist. Kl. Nr. 1.
— Die Axiome der Geometrie. Eine Untersuchung der Riemann-Helmholtzschen Raumtheorie. Leipzig 1877.
Goldschmidt, Ludwig: Kant, und Helmholtz. Hamburg 1898.
Görland, Albert: Über zwei durch die neuere Wissenschaftsgeschichte notwendig gewordene Wandlungen in der philosophischen Systematik. In: Festschrift für Paul Natorp, Bln. u. Lpz. 1924.
Helmholtz, H. v.: Handbuch der physiologischen Optik. 1. Aufl., Leipzig 1867; 2. Aufl. 1896; 3. Aufl. Hamb. u. Lpz. 1910, Bd. I—III. (zitiert **P. O.**).
— Wissenschaftliche Abhandlungen. Bd. I, Lpz. 1882; Bd. II, 1883; Bd. III, 1895. (zitiert **W. A.**)
— Über die Erhaltung der Kraft. Lpz. 1902. In: Ostwalds Klassiker der exakten Naturwissenschaften, Nr. 1. (zitiert E. d. K.).
— Reden und Vorträge, Bd. I u. II. Braunschweig 1903. (zitiert **R. u. V.** oder ohne besondere Bezeichnung).
— Lehre von den Tonempfindungen. Braunschweig 1863. (zitiert **T.**)
Heyfelder, V.: Über den Begriff der Erfahrung bei Helmholtz. Berlin 1897.
Hertz, B. u. M. Schlick: Hermann von Helmholtz' Schriften zur Erkenntnistheorie. Hrsg. u. krit. erl., Berlin 1921. (zitiert **Schl.**)
Höller, Hubert: Der Gegenstand der Sinneswahrnehmung bei Aristoteles und Helmholtz. Gießen 1925.
Kant, Im.: Kritik der reinen Vernunft. Reclam Ausg., 2. verb. Aufl., Lpz. 1878.
— Prolegomena. Reclam-Ausg., Hrsg. von Schulz. Lpz. 1880.
Königsberger, Leo: Helmholtz-Biographie. Bd. I—III, Braunschweig 1902. (zitiert: **L. K.**)
— Über Helmholtz' Bruchstück eines Entwurfs, betitelt „Naturforscherrede" in Sitz. Ber. d. Heidelberger Akad. d. Wiss., Math.-nat. Kl. Nr. 1. 14. Abh. 1910,
Konen, Heinr. u. Aug. Pütter: Hermann von Helmholtz' Rede zu seinem 100. Geburtstag. In: Gedenkfeiern der Univ. Bonn I—IV, 1921/22.
Laas, Ernst: Idealismus und Positivismus. Bd. I—III. Berlin 1884.
Lotze, Hermann: Grundzüge der Psychologie. Lpz. 1904.
Mill, John St.: System der deduktiven und induktiven Logik. Deutsch von Th. Compertz, Bd. II, Buch 3 und 4, Lpz. 1885.
Ostwald, Wilhelm: Große Männer. Leipzig 1909.
Reiner, Julius: Hermann v. Helmholtz. In: Klassiker der Naturw. Bd. VI, Lpz. 1905.
Riehl, Alois: Führende Denker und Forscher. Leipzig 1922.
— Helmholtz in seinem Verhältnis zu Kant. In: Kant-Studien, hrsg. v. Vaihinger, Bd. IX, Heft 1 u. 2. Berlin 1904.
— Hermann von Helmholtz. In: Die Naturwissenschaften, H. 35, 9. Jg. 1921.
Pielert, Walter: Kritische Betrachtungen der erkenntnistheoretischen Ansichten von Helmholtz und Fick. Halle 1924.
Schwertschlager, J.: Kant und Helmholtz erkenntnistheoretisch verglichen. Freiburg 1883.
Siegel, Karl: Die Entwicklung der Raumvorstellung. 1899.
— Versuch einer empirischen Darstellung der räumlichen Grundbegriffe und geometrischen Grundbegriffe. In: Vjschr. f. wiss. Philosophie, Bd. 24.
Stumpf, Karl: Helmholtz und die neuere Psychologie. In: Archiv f. Gesch. d. Philosophie, 1. Abt. N. F. 8. Bd. 3. Heft, 1895.
Unna, P. G.: Helmholtz und unsere heutige Weltanschauung. Zwei Vorträge. In: Flugschrift des Monistenbundes. Hamburg 1907/8.
Warburg, E., Rubner, M. u. M. Schlick: Drei Vorträge: Helmholtz als Physiker, Physiologe und Philosoph. Karlsruhe 1922.

LEBENSLAUF.

Am 28. Januar 1910 wurde ich, Josef Hamm, als Sohn des Bauern Josef Hamm und seiner Ehefrau Sophia Adolphine geb. Rehne in Büenfeld Kr. Meschede i. W. geboren. Ich bin katholischer Konfession. — Nach 8jährigem Besuch der Volksschule kam ich auf die Rektoratsschule in Eslohe und später auf das Laurentianum in Arnsberg, Ostern 1928 auf das Realgymnasium in Neheim, wo ich Ostern 1932 die Reifeprüfung ablegte.

Nach dem Abitur bezog ich die Universität Gießen, wo ich 2 Semester Philosophie und Naturwissenschaften studierte. Dann ging ich nach Bonn und begann neben der Philosophie das medizinische Studium. Am Ende des W. S. 1934/35 bestand ich hier die ärztliche Vorprüfung. Ich befinde mich zurzeit im 10. Studiensemester.

Tag der mündlichen Prüfung: 28. April 1937.